



Trabajo Fin De Grado

NECESIDADES DERIVADAS DEL EMPLEO DEL CAS DEL COMBATE ASIMÉTRICO AL COMBATE SIMÉTRICO

Nombre y apellidos del autor

Miguel Ángel Megía Márquez

Director académico: Coronel D. Antonio Martínez de Baños Carrillo

Director militar: Teniente D. Leopoldo García López

Centro Universitario de la Defensa – Academia General Militar

Año 2024





RESUMEN

En un ambiente operacional cada vez más complejo, la conducción de los conflictos bélicos presenta un claro carácter conjunto, donde la integración de fuegos es determinante en la consecución de objetivos en el campo de batalla. El arma de fuegos por excelencia, la artillería, es la encargada de coordinar y de integrar todos los tipos de apoyo de fuegos a las unidades de maniobra, proporcionando fuegos profundos, potentes, y efectivos. Para la integración y coordinación del apoyo aéreo se necesita de una figura cualificada para dirigirlo. Esta figura es el *Joint Terminal Attack Controller* (JTAC), reconocida por la OTAN y responsable sobre el terreno del apoyo aéreo, el cual ha experimentado un desarrollo importante en las últimas décadas debido al aumento de acciones de Apoyo Aéreo Cercano (CAS). Estas acciones, simultáneamente a las unidades de maniobra, se han adaptado a los cambios en el entorno operativo. En conflictos con amenaza de baja intensidad o de ambiente asimétrico, la superioridad aérea total permite apoyos flexibles sobre cualquier lugar del terreno. Por el contrario, en los entornos de combate convencional o de ambiente simétrico, las operaciones CAS presentan mayor dificultad por no tener garantizada dicha superioridad aérea, o lograrla sólo parcialmente. El peso de la artillería es esencial para lograr dicha superioridad con la aplicación de fuegos de supresión de defensas aéreas enemigas (SEAD). En esta última situación el poder aéreo realiza también operaciones de superioridad aérea, supresión de las defensas aéreas del enemigo, ataque estratégico, interceptación y CAS convencional. En contraste, en operaciones aéreas ejecutadas en entornos de baja amenaza contra un adversario de difícil identificación y localización que utiliza métodos de guerra asimétrica, el poder aéreo desempeña una función esencial en misiones de Aerotransporte Táctico (AT); de Inteligencia, Vigilancia, Adquisición de Objetivo y Reconocimiento (ISTAR), y de CAS en apoyo a las fuerzas terrestres propias desplegadas sobre el terreno.

A lo largo de este trabajo se realiza un estudio, por un lado, de la planificación y conducción de las acciones de apoyo cercano, y por otro, de las necesidades que se desprenden del empleo del CAS en los diferentes entornos señalados anteriormente. En su parte final, se presenta un análisis del riesgo inherente en estas acciones de apoyo cercano, de la necesidad de minimizar tanto daños colaterales en tropas propias como en las propias aeronaves en caso de integración con fuegos indirectos. La reducción de riesgo tiene una base tecnológica muy importante, pero esa tecnología también puede ser utilizada por el adversario con efectos en la seguridad de nuestras acciones. El disponer de medios avanzados tecnológicamente para hacer frente a las amenazas en todos los dominios se recoge de manera detallada en la planificación del Ejército a medio y largo plazo llamada “Fuerza 35”, incluyendo las relativas a la integración de aeronaves no tripuladas o remotamente pilotadas. Por ello, planteamos un segundo análisis sobre el empleo de las diferentes plataformas aéreas en las acciones CAS.

Finalmente, y a modo de conclusión, la principal necesidad derivada de las acciones de apoyo cercano debe ser la de evitar daño colateral, entendiendo como tal, el que se provoca a fuerzas propias, fuerzas amigas y/o civiles no combatientes. El JTAC puede ayudar a atenuarlo, tanto con la comprensión de las principales causas que lo provocan, como con la aplicación de técnicas apropiadas para reducirlo. Del mismo modo, contar con medidas de defensa y protección de nuestras fuerzas frente a adversarios tecnológicamente avanzados supone, entre otros aspectos, dotarse de los Sistemas de Aeronaves No Tripuladas (UAS, *Unmanned Aircraft Systems*) o también denominadas Sistemas de Aeronaves Pilotadas Remotamente (RPAS, *Remotely Piloted Aircraft Systems*) más eficientes, empleándolos con la mayor eficacia.



Palabras clave

CAS

JTAC

Drones

Aeronaves



ABSTRACT

In the increasingly complex operational environment, the optimal warfighting approach must be based on joint operations, where the integration of air and land fire is decisive to achieve goals in the ground scheme maneuver. Artillery is responsible for coordinating and integrating all type of fires to the maneuver units, providing with deep, powerful, effective fires. To achieve integration of air-to-land fires, it is required qualified and capable personnel. This element is the Joint Terminal Attack Controller, recognized by NATO to conduct aircraft in Close Air Support missions, providing terminal attack control, personnel who has experienced an important development in the last decades due to the increase of CAS actions. These actions, simultaneously to the maneuver units, have been able to be adapted to changes in the operational environment. In low intensity risk, asymmetrical conflicts, a complete air superiority allows flexible support over any area on the ground. However, in conventional combat or symmetrical operations, CAS actions experience more difficult tasks because that air superiority is not granted, or only locally. The weight of the artillery is essential to achieve that air superiority with the delivery of fires in Suppression of Enemy Air Defense (SEAD). In that situation, air power also performs air superiority operations, Suppression of Enemy Air Defense, strategic attack, interdiction, and conventional CAS. In contrast, air operations executed in asymmetrical environments, air power develops an essential function in missions such as Tactical Air transport; Intelligence, Surveillance, Target Acquisition, and Reconnaissance, and CAS supporting own terrestrial force units deployed on the ground.

Throughout this essay, it is conducted a study, on the one hand, regarding to the planning and conduction of close air support, and on the other hand, regarding to the derived necessities from the employment of CAS in those different environments. In its last part, it is presented an analysis of the inherent risk in these close air support actions, from the needs of mitigating collateral damage to our own forces, as well as, to our own aircraft when integrated with indirect fires. To minimize risk has an important technological basis, but emerging technology can also be used by enemy, affecting our security. To have technological, advanced means to confront threatens in any of the dominion, is included in detail in the mid-term and in the long-term Army's planning document "Force 35", also including those regarding to unmanned aircraft or remotely piloted aircraft systems. For that reason, it is also proposed an analysis on implementation air means from different platforms in CAS actions.

In conclusion, the primary necessity derived from close air support is that collateral damage must be avoided, such as damage caused to our own forces, friendly forces, or non-combat civilians. JTAC may help with mitigating collateral damage through the understanding of its main causes, as well as applying proper mitigation technics. Likewise, having defensive, protective, effective measures to face technological advance enemies requires, among other aspects, that the Army must implement effectively the more efficient Unmanned Air Systems (UAS), also known as Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS), it will be being provided with.



Keywords

CAS

JTAC

Drones

Aircraft



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me han brindado su apoyo durante mi formación en la Academia General Militar. También a los que fuera de ella han participado en mi crecimiento como militar y como persona. De manera especial, quiero expresar mi gratitud a las siguientes personas:

En primer lugar, no puedo dejar de agradecer a mis respetados profesores, en especial al Coronel de Artillería D. Antonio Martínez de Baños Carrillo, cuya sabiduría, guía y apoyo han sido fundamentales en la consecución de este logro. Además, destacar en este proceso al Teniente de Artillería D. Leopoldo García López y al Capitán de Artillería D. José Antonio Heras López, así como a todo el personal del RAMIX 30 por su acogida y apoyo.

De igual modo, deseo expresar gratitud a mis compañeros de promoción, cuya colaboración y perspectivas enriquecedoras han nutrido mi comprensión del tema y han contribuido de manera significativa al desarrollo de este trabajo.

Finalmente, mi más profundo agradecimiento va dirigido a mi familia, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración y apoyo incondicional. A mis padres, cuyo amor y sacrificio han allanado el camino hacia mis logros, y cuyo aliento y confianza siempre me han impulsado a dar lo mejor de mí.



ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-------------|
| RESUMEN | I |
| Palabras clave | II |
| ABSTRACT..... | III |
| Keywords..... | IV |
| AGRADECIMIENTOS..... | V |
| ÍNDICE DE CONTENIDO..... | VI |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | VIII |
| ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS | IX |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y FIGURAS..... | XII |
| 1. Introducción..... | 1 |
| 1.1. Contextualización | 1 |
| 1.2. Justificación del trabajo | 2 |
| 1.3. Desarrollo del trabajo | 3 |
| 1.4. Objetivos..... | 3 |
| 1.5. Metodología | 4 |
| 2. El apoyo de fuego conjunto y las operaciones CAS | 5 |
| 2.1. La importancia del proceso de integración de fuegos | 5 |
| 2.2. Integración del apoyo aéreo cercano en el apoyo de fuego conjunto. | 5 |
| | 5 |
| 2.3. Estructura aerotáctica | 6 |
| 2.4. Ejecución de las acciones CAS | 7 |
| 2.5. Relación JTAC con el NFO | 8 |
| 2.6. Consideraciones al empleo de aeronaves de apoyo cercano..... | 8 |
| 3. Estudio de la adaptación de las acciones CAS a la evolución del entorno de operaciones..... | 10 |
| 3.1. Asimetría en el combate | 10 |
| 3.2. CAS del combate asimétrico..... | 11 |
| 3.3. CAS del combate simétrico..... | 11 |
| 3.4. Diferencias entre el CAS del combate simétrico y del combate asimétrico | 12 |
| 3.5. Planeamiento del CAS con sistemas aéreos no tripulados | 13 |
| 4. Estudio de las necesidades derivadas del empleo del CAS del combate asimétrico al combate simétrico | 16 |



| | |
|--|-----------|
| 4.1. Necesidades operativas actuales del CAS asimétrico | 16 |
| 4.2. Necesidades derivadas del empleo del CAS del combate simétrico o convencional | 17 |
| 4.3. Necesidades tecnológicas | 18 |
| 5. Riesgo en el desarrollo de acciones CAS | 21 |
| 5.1. Minimizar daño colateral como primera necesidad derivada de las acciones CAS | 21 |
| 5.2. Análisis modal de fallos y efectos del JTAC en relación al daño colateral en la planificación del ataque terminal..... | 25 |
| 6. Implementación de aeronaves no tripuladas en acciones CAS..... | 28 |
| 6.1. Análisis de debilidades y fortalezas DAFO..... | 28 |
| 6.2. Análisis jerárquico AHP | 29 |
| 7. Conclusiones y trabajo futuro..... | 32 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 33 |
| ANEXO A. ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE) | 34 |
| ANEXO B. HERRAMIENTA DE AYUDA A LA DECISIÓN. SOFTWARE AHP | 36 |
| ANEXO C. DIAGRAMA DE GANTT | 38 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Tecnologías RPAS que se potenciarán en la “Brigada 35”. Fuente: Ejército de Tierra. (2019). Fuerza 35..... | 19 |
| Tabla 2. Cuadro comparativo de medidas de coordinación apoyos de fuego | 23 |
| Tabla 3. Evaluación de aeronaves no tripuladas en acciones CAS | 29 |
| Tabla 4. Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) | 35 |



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

| | |
|--------|---|
| ACA | <i>Airspace Coordination Area</i> (Área de Coordinación del Espacio Aéreo) |
| ACA | Artillería de Campaña |
| AHP | <i>Analytic Hierarchy Process</i> (Proceso Jerárquico Analítico) |
| AI | <i>Air Interdiction</i> (Interdicción Aérea) |
| ALO | <i>Air Link Officer</i> (Oficial de enlace aéreo) |
| AMFE | Análisis Modal de Fallos y Errores |
| AOCC | <i>Air Operation Coordination Center</i> (Centro de Coordinación de Operaciones Aéreas) |
| AT | Aerotransporte Táctico |
| BP | <i>Base Point</i> (Punto Base) |
| CAS | <i>Close Air Support</i> (Apoyo Aéreo Cercano) |
| CCA | Combate Cercano Aéreo |
| CBI | CAS de Baja Intensidad |
| CDE | <i>Collateral Damage Estimation</i> (Estimación de Daño Colateral) |
| CFL | <i>Coordination Fire Line</i> (Línea de Coordinación de Fuegos) |
| CONOPS | <i>Concept of Operations</i> (Concepto de las Operaciones) |
| C-UAS | Contra-UAS |
| CUD | Centro Universitario de la Defensa |
| C2 | <i>Command and Control</i> (Mando y Control) |
| DAFO | Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades |
| DECO | Destacamento de Enlace, Coordinación y Observación |
| DMPI | <i>Desired Mean Point of Impact</i> (Punto Deseado de Impacto) |
| EMA | Estado Mayor de la Armada |
| EMPMP | Escuela Militar Paracaidista “Méndez Parada” |
| FAC | <i>Forward Air Control</i> (Control Aéreo Avanzado) |
| FFA | <i>Free Fire Area</i> (Área de Fuego Libre) |
| FMV | <i>Full Motion Video</i> (Video de Movimiento Completo) |
| FSCL | <i>Fire Support Coordination Line</i> (Línea de Coordinación de Apoyo de Fuegos) |
| FSO | <i>Fire Support Officer</i> (Oficial de Apoyo de Fuegos) |
| FW | <i>Fixed Wing</i> (Ala Rotatoria) |
| GACA | Grupo de Artillería de Campaña |
| GPS | <i>Global Position Satellite</i> (Satélite de Posicionamiento Global) |



| | |
|-------|---|
| GT | Grupo Táctico |
| IDF | Fuerzas de Defensa de Israel |
| ISTAR | <i>Intelligence, Surveillance, Targeting, Acquisition, Reconnaissance</i> (Inteligencia, Vigilancia, Objetivo, Adquisición, Reconocimiento) |
| IP | <i>Initial Point</i> (Punto Inicial) |
| IR | Infrarrojo |
| JEMAD | Jefe del Estado Mayor de la Defensa |
| JF | <i>Joint Fire</i> (Fuego Conjunto) |
| JFC | <i>Joint Force Commander</i> (Jefe de la Fuerza Conjunta) |
| JFS | <i>Joint Fire Support</i> (Apoyo de Fuego Conjunto) |
| JFSE | <i>Joint Fire Support Element</i> (Elemento de Apoyo de Fuego Conjunto) |
| JTAC | <i>Joint Terminal Attack Controller</i> (Controlador de Ataque Terminal Conjunto) |
| KB | <i>Kill Box</i> (Caja Letal) |
| LOAC | <i>Low Of Armed Conflict</i> (Ley de Conflictos Armados) |
| LST | <i>Laser Spot Tracker</i> (Márcador Láser) |
| LTD | <i>Laser Targeting Designer</i> (Designador Láser de Objetivos) |
| NAC | <i>North Atlantic Council</i> (Consejo del Atlántico Norte) |
| NFA | <i>No Fire Area</i> (Área de Fuego Prohibido) |
| NFO | <i>National Forward Observer</i> (Observador Avanzado Nacional) |
| NPR | Número de Prioridad de Riesgo |
| NVD | <i>Night Vision Device</i> (Dispositivo de Visión Nocturna) |
| NVG | <i>Night Vision Goggles</i> (Gafas de Visión Nocturna) |
| OAV | Observador Avanzado |
| OPLAN | <i>Operational Plan</i> (Plan de Operaciones) |
| OTAN | Organización Tratado Atlántico Norte |
| PI | <i>Probability of Incapacitation</i> (Probabilidad de Incapacitación) |
| PID | <i>Positive Identification</i> (Identificación Positiva) |
| PNF | Plan Nacional de Formación |
| PRF | <i>Pulse Repetition Frecuency</i> (Frecuencia de Repetición de Pulso) |
| RED | <i>Risk Estimate Distance</i> (Distancia Estimada de Riesgo) |
| RFA | <i>Restrictive Fire Area</i> (Área de Fuego Restringido) |
| RFL | <i>Restrictive Fire Line</i> (Línea de Fuego Restringido) |
| ROE | <i>Rules Of Engagement</i> (Reglas de Enfrentamiento) |
| RPAS | <i>Remotely Piloted Aircraft Systems</i> (Sistemas de Aeronaves Tripuladas Remotamente) |



| | |
|--------|--|
| RW | <i>Rotary Wing</i> (Ala Rotatoria) |
| SA | <i>Situational Awareness</i> (Conciencia Situacional) |
| SAM | <i>Surface-Air Missile</i> (Misil Superficie-Aire) |
| SAR | <i>Syntethic Aperture Radar</i> (Radar de apertura Sintética) |
| SEAD | <i>Suppression of Enemy Air Defenses</i> (Supresión de Defensas Aéreas Enemigas) |
| SIMACA | Simulador de Artillería de Campaña |
| S/GT | Subgrupo Táctico |
| TACP | <i>Tactical Air Control Party</i> (Equipo de Control Aéreo Táctico) |
| TGO | <i>Terminal Guidance Operations</i> (Operaciones de Guiado Terminal) |
| UA | <i>Unmanned Aircraft</i> (Aeronaves no Tripuladas) |
| UAS | <i>Unmanned Aircraft Systems</i> (Sistema de Aeronaves no Tripuladas) |
| UHF | <i>Ultra High Frequency</i> (Frecuencia Ultra Alta) |
| UTM | <i>Universal Transverse Mercator</i> (Sistema de Coordenadas Universal Transversal Mercator) |
| VHF | <i>Very High Frequency</i> (Frecuencia Muy Alta) |



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y FIGURAS

| | |
|--|----|
| Ilustración 1. JTAC envío de coordenadas | 1 |
| Ilustración 2. Intersección de los dominios terrestre y aéreo. | 2 |
| Ilustración 3. Estructura aerotáctica clásica para las acciones CAS. | 7 |
| Ilustración 5. Ejemplo de varios NFO actuando en favor de un JTAC, facilitando la adquisición de objetivos. | 8 |
| Ilustración 6. Recreación del Sirtap de Airbus. | 9 |
| Ilustración 7. JTAC y su operador láser. | 12 |
| Ilustración 8. Descripción de vuelo sin restricciones. | 15 |
| Ilustración 9. Descripción de vuelo con restricciones. | 15 |
| Ilustración 10. Prácticas en nuevos sistemas del simulador SIMACA | 18 |
| Ilustración 11. Adaptación de Escala de Saaty. | 30 |
| Ilustración 12. Criterios, Subcriterios y Alternativas AHP. Elaboración Propia. Año 2023. | 30 |
| Ilustración 13. Matriz de decisión | 31 |
| Ilustración 14. Introducción de los valores en celdas. | 36 |
| Ilustración 15. Evaluación de subcriterios | 36 |
| Ilustración 16. Evaluación de alternativas | 37 |
| Ilustración 17. Matriz de decisión | 37 |
| Ilustración 18. Lista de actividades, tareas, subtareas e hitos | 38 |
| Ilustración 19. Diagrama de Gantt..... | 39 |



1. Introducción

1.1. Contextualización

La necesidad de contar con personal en tierra que pudiera describir a las aeronaves la situación sobre el terreno ha debido ser una constante desde el nacimiento de la aviación. La coordinación de los apoyos de fuego aéreos en beneficio de la maniobra terrestre es también una necesidad antigua, asignada a la figura del Equipo de Control Aéreo Táctico-Controlador Aéreo Avanzado (TACP-FAC)¹, tradicionalmente con equipos y personal del Ejército del Aire. Sin embargo, la proliferación de operaciones conjuntas y los avances en la concepción del apoyo aéreo cercano (CAS)² han obligado a la creación de esos elementos también en el Ejército de Tierra y la Armada. La doctrina OTAN actual ha sustituido la figura del Controlador Aéreo Avanzado (FAC, en sus siglas en inglés) por la del JTAC³.



Ilustración 1. JTAC envío de coordenadas.

<https://ejercito.defensa.gob.es/va/unidades/Leon/maca/Noticias/2021/JTACdelRegimientoArtilleriaCampana11delMandodeArtilleradeCampana.html>

Los cambios en el entorno operativo han conducido a un empleo masivo de JTAC, no debiéndose al resultado de un escenario más amplio, sino de una concepción distinta que tiene su máxima expresión en el concepto de integración aire-superficie. En la intersección de los dominios aéreo y terrestre encontramos la misión de apoyo aéreo cercano categorizada en la función conjunta de fuegos junto a otros elementos (véase la ilustración 2).

¹ Es un equipo operativo subordinado del sistema de control aerotáctico, designado para proporcionar enlace aéreo a las fuerzas de superficie y para el control terminal de las aeronaves. FAC (*Forward Air Controller*) denominaba al personal piloto de combate entrenado especialmente para desarrollar las funciones de señalar a aeronaves la ubicación exacta de un objetivo próximo a las fuerzas propias que debe ser atacado, pero con una precisión exacta y unas restricciones determinadas para asegurar que las fuerzas propias no sufrieran los efectos de dicha acción.

² Iniciales de *Close Air Support*, que es el empleo de medios aéreos en las proximidades de fuerzas propias, lo que obliga a una detallada integración con el movimiento y el fuego propio y extremar las precauciones para no afectar las unidades propias.

³ El JTAC son las iniciales de *Joint Terminal Attack Controller*. El Controlador de Ataque Terminal Conjunto es un individuo cualificado y certificado por la OTAN capaz de dirigir la acción de una aeronave durante una acción de apoyo aéreo cercano (CAS) y proporciona control de ataque terminal, es decir, controla la maniobra de ataque de la aeronave y la suelta de munición.

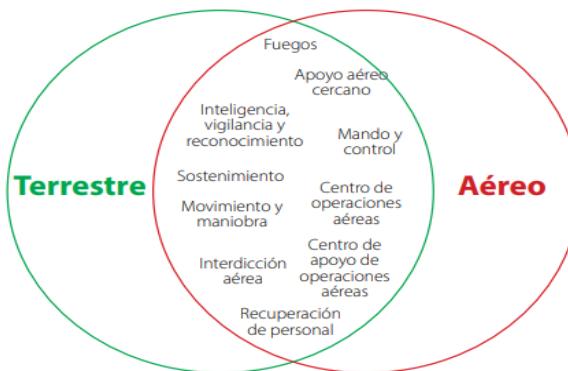


Ilustración 2. Intersección de los dominios terrestre y aéreo.

Fuente: *Military Review. Año 2017*.

En este contexto operacional actual y futuro (Bartels, Tormey y Hendrickson, 2017) prevén la necesidad de integración continua de las capacidades específicas de cada componente a fin de alcanzar todos los objetivos: tácticos, operacionales y estratégicos.

Una vez contextualizado el objeto de estudio de este trabajo, las acciones de apoyo aéreo cercano tanto en ambiente simétrico como asimétrico, irá adquiriendo sentido el contenido del mismo. Con este propósito se presenta su justificación.

1.2. Justificación del trabajo

Los conflictos actualmente abiertos en nuestro entorno, uno en suelo europeo, Ucrania contra Rusia, y el otro en Oriente Próximo, Israel contra Hamás, están mostrando a nivel táctico el empleo de tecnología sencilla de manera innovadora y efectiva. En relación a este último, el que enfrenta a las Fuerzas de Defensa de Israel (IDF) con Hamás en la Franja de Gaza, (Provis, 2023) destaca que se encuentra en una segunda fase, consistente en la incursión terrestre israelí en territorio palestino donde se supone se esconden y se encuentran desplegados los miembros de Hamás que protagonizaron el ataque del pasado 7 de octubre en localidades israelíes cercanas a la frontera con Gaza. En esta segunda fase es donde el uso de drones a nivel táctico será relevante tanto para la obtención de información como para el ataque de objetivos que Israel previamente haya definido. Del mismo modo, continúa este informe reconociendo un paralelismo entre las técnicas y tácticas usadas por Hamás y las vistas en Ucrania relativas al uso de drones.

Siguiendo estudios de trabajos realizados sobre este conflicto, (Jordán, 2017), realiza una valoración de las acciones CAS llevadas a cabo por la Fuerza Aérea Israelí en los enfrentamientos con países en conflicto como Líbano, Cisjordania y Egipto. Concluye este artículo afirmando que “la experiencia bélica israelí pone en cuestión la corriente teórica de la primacía, que entiende el poder aéreo como una herramienta capaz de alcanzar por sí sola efectos estratégicos decisivos. Por el contrario, la balanza se inclina a favor de la corriente teórica de la integración: el poder aéreo es relevante operacional y estratégicamente cuando actúa en concierto con el poder terrestre” (Jordán, 2017, p. 225). No obstante, recoge las dificultades y deficiencias detectadas en el uso del CAS entre las que cabe destacar: el desequilibrio entre costes y resultados, problemas de disponibilidad ya que se realizaron más solicitudes CAS que sistemas se encontraban disponibles para todas las misiones, deficiente coordinación aire-tierra y los límites del CAS en combate en población⁴.

⁴ Puede deberse a carencias doctrinales u orgánicas como, por ejemplo, un insuficiente número de controladores aéreos o escasa integración del CAS en el sistema de planeamiento y conducción de la batalla (p. 237).



Siendo lo anterior sólo una muestra de la integración constante a nivel táctico de las aeronaves no tripuladas, aportando apoyo de fuego conjunto adicional y, específicamente, de las necesidades que se derivan de los procedimientos de apoyo cercano en conflictos que en el momento de redactar este trabajo siguen abiertos, encontramos justificación para realizar un estudio de dichas necesidades y de las capacidades que aportan determinados medios aéreos en el CAS en el escenario bélico moderno. Del mismo modo, presenta una justificación académica en la que se pretende poner en juego la formación y la preparación recibida en la Academia General Militar para dar una respuesta fundamentada a la cuestión planteada en el título de este trabajo.

1.3. Desarrollo del trabajo

A continuación, se mostrará un resumen del contenido de este trabajo y cada uno de sus apartados.

En el primer capítulo, como introducción, se explicarán los objetivos del proyecto y se pondrá en contexto al lector.

El segundo capítulo se destinará a analizar la integración de las operaciones CAS en el apoyo de fuego conjunto, y a identificar los procedimientos del JTAC como personal que conduce el ataque terminal en las operaciones CAS.

En el tercer capítulo, se enfocará en estudiar la evolución del apoyo aéreo cercano en el combate asimétrico y en el combate simétrico, haciendo un breve recorrido por las adaptaciones a los cambios en el entorno operativo, y haciendo consideraciones de los medios aéreos CAS.

El cuarto capítulo se realizará un estudio de las necesidades derivadas de lo recogido en el capítulo anterior.

En el quinto capítulo se dedicará al estudio del riesgo en el apoyo aéreo cercano y las vías de minimizar al máximo los daños colaterales derivados de su empleo. Se realizará también, un análisis modal de fallos y efectos en la planificación de acciones CAS.

El capítulo seis se dedicará al análisis de criterios cualitativos para el empleo de medios aéreos en las acciones de apoyo aéreo cercano, usando las herramientas DAFO para evaluar factores internos y externos, junto a la herramienta AHP de ayuda a la toma de decisiones.

En el séptimo y último capítulo se expondrán las conclusiones finales obtenidas a lo largo del proyecto y posibles líneas futuras de trabajo.

En los Anexos A, B y C se explicarán, respectivamente, la hoja de trabajo AMFE, proceso de realización del método AHP y un diagrama de Gantt para explicar la organización de actividades desarrolladas en detalle.

1.4. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es analizar las necesidades derivadas del empleo del CAS del combate asimétrico al combate simétrico en operaciones de apoyo de fuego conjunto. Partiendo de esta cuestión, se describen las capacidades del JTAC como personal certificado y cualificado para la dirección de aeronaves implicadas en una acción CAS e integrado en la estructura aerotáctica⁵ y, de igual modo, las capacidades de las diferentes plataformas de

⁵ El mando componente aéreo establece una estructura de mando y control en la que está integrado el JTAC, que permite materializar el CAS de ala fija y ala rotatoria.



aeronaves de apoyo disponibles, haciendo propuestas conducentes a la disminución del riesgo derivado del apoyo cercano. Para ello se propone analizar medidas de coordinación de apoyos de fuego, de coordinación del espacio aéreo o mediante el control positivo, haciendo hincapié en la responsabilidad de aceptar riesgo por parte del jefe de la organización operativa y del FSO⁶ en la planificación de las acciones, y del JTAC en la conducción de ataque terminal.

Como objetivo complementario, y tras realizar un estudio descriptivo de las capacidades y consideraciones tácticas que presentan las aeronaves no tripuladas, se propone analizar la estrategia más eficaz de emplear estas aeronaves no tripuladas en las acciones de apoyo cercano. Cada vez más integradas con el resto de plataformas aéreas, proporcionan capacidades complementarias a estas en las acciones CAS.

La metodología aplicada en este trabajo nos llevará a establecer, por un lado, la eficacia o no de aplicar determinadas medidas de disminución del riesgo derivadas de las acciones de apoyo cercano en ambiente asimétrico y simétrico y, por el otro, unas conclusiones sobre la estrategia más eficaz de emplear vehículos aéreos no tripulados en las operaciones de apoyo aéreo cercano, aportando información para la toma de decisiones.

1.5. Metodología

En este trabajo se empleará una metodología basada en la taxonomía de Bloom, en el análisis modal de fallos y efectos (AMFE), el método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) y el análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades). Esta combinación de metodologías proporcionará la capacidad para evaluar y analizar de manera efectiva las necesidades derivadas del empleo del CAS del combate asimétrico al combate simétrico.

En primer lugar, la taxonomía de Bloom se utilizará para establecer objetivos educativos claros y medibles para la investigación. Esta metodología permitirá estructurar el trabajo de manera jerárquica y lógica.

En segundo lugar, el análisis modal de fallos se aplicará al proceso de toma de decisiones del JTAC para evitar daños colaterales.

En tercer lugar, el análisis DAFO se empleará para establecer los puntos fuertes y débiles asociadas al tema de este proyecto. Este análisis permitirá una evaluación completa de la información obtenida, destacando los aspectos que requieren atención y aquellas que pueden ser aprovechadas.

Por último, el método AHP se aplicará para realizar comparaciones entre distintos criterios y subcriterios relacionados con la integración de drones en acciones CAS tanto en combate simétrico como en asimétrico. Este método permitirá asignar pesos relativos a cada criterio, facilitando la toma de decisiones basándonos en la importancia relativa de cada factor.

⁶ Oficial de artillería que asesora al jefe de la organización operativa y a su estado mayor o plana mayor, desde el escalón subgrupo táctico hasta brigada y superior, en todos los asuntos relacionados con los apoyos de fuego conjunto.



2. El apoyo de fuego conjunto y las operaciones CAS

2.1. La importancia del proceso de integración de fuegos

En el marco de los conflictos actuales, las operaciones terrestres están adquiriendo una gran importancia y se están destacando como decisivas. Estas operaciones son en su mayoría no lineales, donde el campo de batalla no es continuo, con una alta dispersión de tropas, y donde se siguen mostrando efectivas las capacidades convencionales. Además, en estas operaciones es muy importante que la actuación sea conjunto-combinada para que incluya fuegos navales, terrestres y aéreos y así poder aumentar la potencia de fuego. El empleo de fuegos conjuntos y coordinados son un objetivo común donde dos o más componentes dan respuesta a la necesidad de apoyar las operaciones terrestres. El apoyo de fuego conjunto⁷ engloba la integración de fuegos y capacidades para influir en el enemigo, sus instalaciones o actividad.

La aplicación del apoyo de fuego conjunto se encuentra afectado, tanto por la dispersión de las fuerzas en el espacio de batalla, como por las restricciones para no causar daños colaterales y bajas por fuego propio. La dispersión podría provocar que las unidades de maniobra no dispusieran de apoyo superficie-superficie y vieran limitado el apoyo aire-superficie⁸. Por su parte, minimizar el daño colateral podría ocasionar que según el Concepto Derivado: *“antes de emplear municiones letales en el apoyo de fuego próximo, el jefe de la organización operativa precisará disponer de la identificación positiva del objetivo a través de una visión directa del mismo e, incluso de una segunda perspectiva”*. (CODE 3/16, pp. 1,2):

La disminución del riesgo de las fuerzas propias es la primera necesidad que se desprende del apoyo de fuego conjunto y, por supuesto, del CAS. Cualquier objetivo valorado debe ofrecer una clara ventaja militar, y si hay posibilidad de elección entre objetivos que proporcionen una ventaja similar, se debe elegir la que ofrezca menor riesgo de daño colateral. En definitiva, las necesidades operativas o estratégicas militares sobre un objetivo nunca justifican el incumplimiento de la Ley de Conflictos Armados⁹.

2.2. Integración del apoyo aéreo cercano en el apoyo de fuego conjunto.

Como ya se ha recogido en líneas anteriores, el CAS es una acción llevada a cabo por aeronaves contra objetivos enemigos que están próximos a las fuerzas propias o amigas, y que requiere una integración detallada, para cada misión, con el fuego y la maniobra de dichas fuerzas. Para realizarlo bajo unas condiciones adecuadas de seguridad para las fuerzas propias, amigas y personal civil no combatiente, el Ejército de Tierra dispone de la figura del JTAC para proporcionar control del ataque terminal de la aeronave implicada en la acción CAS. La OTAN ha establecido que las capacidades de control de ataque terminal deben llegar hasta el escalón subgrupo táctico e inferior. Esta necesidad se cubre tanto desplegando personal JTAC hasta el

⁷ El apoyo de fuego conjunto (JFS) es el empleo coordinado e integrado de todas las plataformas de armas productoras de fuego (terrestre, aéreo y naval) para alcanzar los efectos requeridos sobre objetivos de superficie y apoyar las operaciones terrestres en todo el espectro del conflicto. (CODE 03/16 “EMPLEO OPERATIVO DEL JTAC”, p. 1).

⁸ El gran número de objetivos generados por los escalones sección e inferior pudieran ser no vistos por los JTAC desde su posición.

⁹ La Ley de Conflictos Armados (LOAC por sus iniciales en inglés) es parte de la legislación sobre las relaciones entre estados. Regula los derechos y deberes de las partes beligerantes en tiempo de conflicto armado.



escalón grupo táctico¹⁰, y situando observadores certificados y cualificados en los subgrupos tácticos. El observador que colabora con el JTAC nacional se le denomina observador nacional de fuegos (NFO). Es personal certificado y cualificado para solicitar y ajustar fuegos superficie-superficie, proporcionar información de objetivos a un JTAC nacional en las acciones CAS (tipo 2 y 3)¹¹, y llevar a cabo operaciones de guiado terminal (TGO)¹². En ningún caso el NFO sustituye al JTAC, sino que lo complementa, actuando como una prolongación de éste y multiplicando sus capacidades.

2.3. Estructura aerotáctica

Junto a los elementos de control mencionados en el apartado anterior, se necesita un sistema de control aerotáctico, en el que se encuentra integrado el JTAC, que proporcione elementos de enlace, coordinación y asesoramiento a las entidades de mando y control, y a las unidades apoyadas. El mando componente aéreo establece una estructura de mando y control que permite materializar el CAS de ala fija y ala rotatoria.

- En los mandos componente terrestre y de operaciones especiales, el centro de coordinación de operaciones aéreas (AOCC) valida las peticiones recibidas y se facilita el asesoramiento aéreo.
- En la división, brigada, agrupaciones tácticas y de operaciones especiales, el oficial de enlace (ALO) proporciona asesoramiento aéreo y asigna misiones CAS a los JTAC.
- En los grupos tácticos y de operaciones especiales, el JTAC requiere la ejecución de las solicitudes de apoyo CAS inmediato procedentes de la organización operativa apoyada y lleva la conducción de la misión de la aeronave. Colabora en el planeamiento, asesora al jefe de la organización operativa y proporciona recomendaciones para la integración en la maniobra.
- En el subgrupo táctico y unidad táctica de operaciones especiales, el JTAC cuenta con el NFO que le proporciona la descripción del objetivo e información precisa para llevar a cabo una acción CAS tipo 2 y 3.

El JTAC y sus NFO se integran en el planeamiento de la unidad de combate a través del elemento de apoyos de fuego (JFSE), mediante el cual, el oficial de apoyos de fuego (FSO) ejerce la dirección del planeamiento general, coordinación y empleo de medios de apoyo de fuego conjunto asignados.

El JTAC recibe apoyo de un equipo de control aéreo táctico TACP, que normalmente formará parte del destacamento de enlace y, coordinación y observación (DECO) de un grupo de artillería de campaña con uno o varios equipos de apoyo de fuego conjunto (JFST) de los que formarían parte los NFO y los observadores avanzados.

¹⁰ Un grupo táctico (GT) se entiende como una unidad de entidad batallón con carácter no permanente. Está formado por varios subgrupos tácticos (S/GT) y también se crean para un tiempo y lugar determinados (misiones y operaciones).

¹¹ Para realizar el control el JTAC tiene que apoyarse en otro medio de localización porque en ambos casos no tiene visión directa sobre el objetivo a atacar y/o sobre la aeronave que realiza el ataque y/o la aeronave no tiene visión sobre el objetivo.

¹² Consiste en el guiado de una munición en su fase terminal (aproximadamente desde la mitad de su trayectoria hasta el punto de llegada al objetivo).

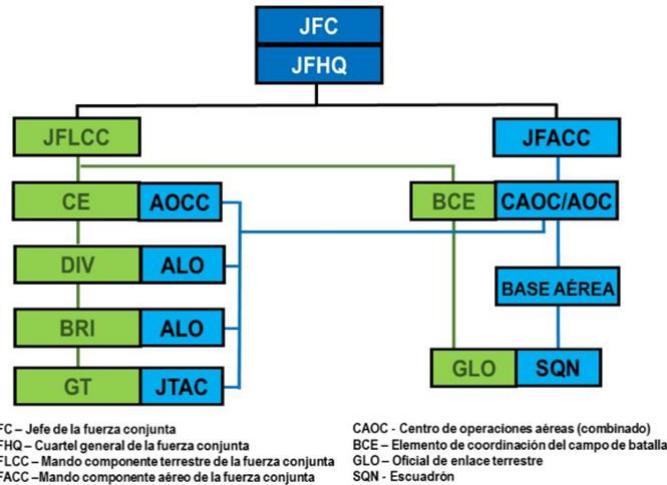


Ilustración 3. Estructura aerotáctica clásica para las acciones CAS.

Fuente: Manual Empleo Operativo del JTAC Concepto Derivado 03/16. Año 2016

2.4. Ejecución de las acciones CAS

El jefe de la organización operativa, como responsable de la integración efectiva de los fuegos en el contexto de la operación, delega la autoridad de la suelta de munición en el JTAC, que deberá participar en el planeamiento de la misma y en la preparación de todos los aspectos CAS. Es muy importante que antes de autorizar el ataque, el JTAC proporcione una estimación del riesgo y verifique que el jefe de la organización operativa la acepta y se cumplen las restricciones y reglas de enfrentamiento en vigor. En última instancia, la tripulación de la aeronave podría decidir no lanzar la munición por motivos de autoprotección siempre que esté justificado.

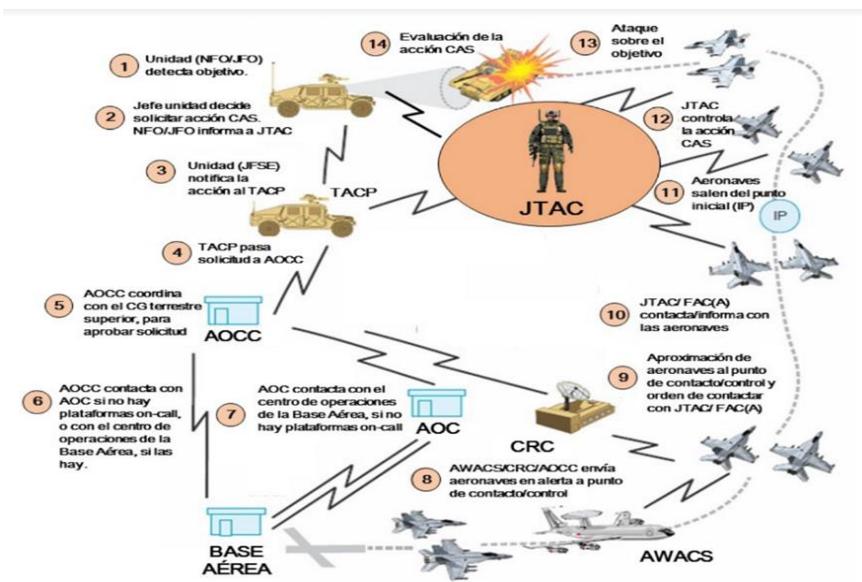


Ilustración 4. Secuencia de una petición de fuego inmediata.

Fuente: Manual Empleo Operativo del JTAC Concepto Derivado 03/16. Año 2016.



2.5. Relación JTAC con el NFO

La cohesión es un requisito imprescindible para aprovechar al máximo la eficacia del apoyo de fuego conjunto. El flujo de información entre el personal JTAC y el NFO sobre los objetivos debe ser oportuna y precisa. El NFO proporciona datos útiles para abortar una acción cuando sea necesario preservar la seguridad de las fuerzas propias, amigas o de la aeronave en acción. También le mantiene informado de los cambios de situación en su zona de actuación. Del mismo modo, puede aumentar su conocimiento de la situación manteniéndose a la escucha en la frecuencia CAS.

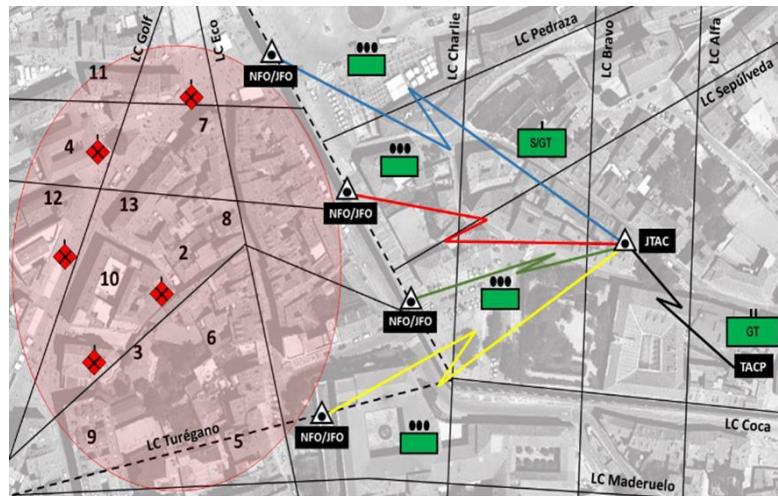


Ilustración 4. Ejemplo de varios NFO actuando en favor de un JTAC, facilitando la adquisición de objetivos.

Fuente: *Manual Empleo Operativo del JTAC Concepto Derivado 03/16. Año 2016*

2.6. Consideraciones al empleo de aeronaves de apoyo cercano

La estructura organizativa, la misión para las que fueron diseñadas y las capacidades de las aeronaves susceptibles de ser usadas en acciones CAS, determinan el modo de empleo de las mismas. Su integración permite sacar ventaja de las diferentes, y a la vez complementarias capacidades de cada plataforma. Aunque tanto las aeronaves de ala fija (FW) como las de ala rotatoria (RW) pueden desarrollar acciones CAS, las consideraciones en su empleo difieren, siendo conveniente describir sus capacidades.

Debido a su velocidad y alcance, las aeronaves de ala fija ofrecen al mando de la fuerza conjunta una versatilidad y flexibilidad mayor para proporcionar capacidad de combate donde y cuando sea requerida. Es más, la tripulación cualificada de ala fija está entrenada y equipada para emplear todo el abanico disponible de armamento, entre el que se encuentra la munición guiada de precisión.

Las cualidades del ala rotatoria proporcionan capacidad de maniobrar fácilmente para responder a situaciones cambiantes, manteniendo la posibilidad de emplear toda su potencia de fuego. Entre sus ventajas encontramos la de disponer de una gran variedad de munición, estar equipados con sensores avanzados y presentar una capacidad diferencial de mantenerse en vuelo a la espera y poder atacar a baja altitud. Todo ello, les proporciona una gran capacidad de



realizar acciones CAS en diferentes terrenos, pudiendo acompañar a otros medios de transporte o de rescate.

Las aeronaves no tripuladas (UA, por sus siglas en inglés), están normalmente equipadas con armamento y sensores equiparables a la mayoría de aeronaves de ala fija. Ofrecen al mando de la fuerza sobre el terreno apoyo de fuego conjunto adicional, que complementa las capacidades de los dos tipos de aeronaves tripuladas señaladas en los párrafos anteriores. Entre sus ventajas encontramos la autonomía de vuelo que presentan algunas de estas aeronaves junto a la capacidad de incrementar la conectividad y alcance en las comunicaciones del personal de mando y control. Por otro lado, los UAs normalmente vuelan en solitario y a baja velocidad, por lo que no pueden ser reposicionados en caso de cambios en el entorno. Cuando son utilizados en CAS, el JTAC puede mejorar el conocimiento situacional de los objetivos y del área de ataque gracias a las imágenes que proporciona el UA. Una vez que el objetivo ha sido localizado, el JTAC puede usar las imágenes recibidas para dirigir al piloto en acción CAS sobre el objetivo y proporcionar las correcciones necesarias. En un escenario más complejo, el JTAC puede usar un designador LASER de objetivos, (LTD, por sus siglas en inglés), para señalar el objetivo a batir con la munición guiada por LASER de la aeronave que realiza el CAS. Si se emplea un UAs con munición, ésta debe ser liberada según el mismo procedimiento CAS que con el resto de plataformas. Es más, entre sus posibilidades se encuentra la de apoyar a otras aeronaves con la localización de objetivos mediante LASER. Del mismo modo, con el uso de video e imagen proporcionado, el UA es capaz de ayudar en la correlación de objetivos con otros participantes en la acción CAS.

La planificación es fundamental para la integración del UA en la operación CAS y requiere un profundo conocimiento de las especificaciones técnicas y capacidades del mismo para proporcionar recomendaciones tácticas eficaces. El operador de la aeronave debe comprender la situación táctica y estar integrado en la planificación de la misión. Los oficiales de enlace entre el sistema aéreo no tripulado (UAS) y la unidad que recibe el apoyo, son esenciales para la planificación de la misión y el éxito en su ejecución.



Ilustración 5. Recreación del Sirtap de Airbus.

Fuente: https://www.eldebate.com/espana/defensa/20231203/sirtap-megadron-tactico-alcance-2000-kilometros_157316.html Año 2023



3. Estudio de la adaptación de las acciones CAS a la evolución del entorno de operaciones

3.1. Asimetría en el combate

Es importante tener en cuenta que el concepto de guerra asimétrica no es nuevo. Este tipo de enfrentamiento se produce cuando un adversario actúa de forma distinta a nuestros valores y principios con la finalidad de compensar su debilidad en el combate.

(Rodríguez, 2001) establece el concepto de guerra asimétrica resaltando tres aspectos:

1. Deben ser medios inéditos.
2. Evita los potenciales y explota las debilidades del adversario.
3. No puede ser encuadrado en el marco convencional¹³.

En síntesis, se extraen unas características que definen la asimetría como la búsqueda de la sorpresa ante un adversario militarmente más poderoso, explotando sus vulnerabilidades, huyendo de sus capacidades y que produzcan un impacto más allá del resultado meramente táctico. El desarrollo tecnológico y las facilidades de un mundo globalizado, hacen que se encuentren diferentes formas de conseguir la asimetría tanto dentro como fuera del campo de batalla. Escudos humanos, terrorismo, lucha en centros urbanos o guerra de la información son ejemplos de ello. Las acciones CAS en este tipo de escenarios difieren de las que se realizan en un entorno simétrico convencional, como se verá en el desarrollo de este capítulo, pero siempre compartiendo la necesidad de reducir el daño a fuerzas propias y/o amigas, que se desprende de la evolución de las acciones de apoyo cercano del combate asimétrico al simétrico.

Durante las dos guerras mundiales, los apoyos aéreos pusieron el foco en el envío de aeronaves a vanguardia de las tropas propias a bombardear las posiciones enemigas sin tener en cuenta los posibles daños colaterales, ya que la definición de los frentes minimizaba el riesgo. Sin embargo, esta estrategia resultó un fracaso total de los Estados Unidos en la guerra de Vietnam. Debido a la forma de operar del enemigo: emboscadas, muy próximo a las tropas y prácticamente imperceptible por las características del entorno, estos bombardeos causaban tantas bajas enemigas como propias. Las consecuencias fueron de tal gravedad que se tuvieron que tomar medidas. Ante esta situación de asimetría táctica utilizada por las milicias vietnamitas que vaciaron de sentido las acciones CAS en aquellas circunstancias, se creó la figura del controlador aéreo avanzado (FAC, por sus siglas en inglés), desempeñada por un piloto que se integraba con las tropas terrestres para coordinar, desde tierra, el ataque aéreo.

Desde el cese de las operaciones convencionales en Afganistán (2002) e Irak (2003), la fuerza aérea realiza operaciones CAS en escenarios de baja intensidad CBI¹⁴. En Irak, las fuerzas de la coalición tuvieron que enfrentarse al desafío de controlar áreas urbanas muy exigentes para las fuerzas terrestres. Por otro lado, en Afganistán, las fuerzas aéreas realizaron operaciones contra los talibanes y terroristas de Al-Qaeda en pequeños pueblos dispersos a lo largo de una orografía muy montañosa.

No obstante, y a pesar de las diferencias en las operaciones, la naturaleza del CAS en los

¹³ En la guerra convencional el adversario es un estado que dispone de una fuerza terrestre mecanizada para su defensa y una población que ocupa un territorio.

¹⁴ CAS de baja intensidad. También CAS de baja amenaza. Es decir, es posible mantener un grado adecuado de superioridad aérea de tal modo que se pueda utilizar el espacio aéreo con libertad. Como ya venimos mencionando, las acciones CAS, junto a las unidades de maniobra en las que se integran, derivan en otras misiones más allá de proporcionar potencia de fuego, como pueden ser misiones de vigilancia, escolta y mejora del mando y control (C2).



conflictos de ambiente asimétrico permanece inalterable, esto es, operaciones aéreas ejecutadas en entornos de baja amenaza contra un adversario de difícil identificación y localización (Sánchez, 2010).

En este contexto, las acciones CAS han asimilado cambios en sus procedimientos para adaptarse al entorno operativo. Estos cambios hacen referencia principalmente a los objetivos estratégicos y los tipos de operaciones.

3.2. CAS del combate asimétrico

La estabilidad y la seguridad de la población tienen la máxima importancia, por lo tanto, los ataques aéreos se restringen significativamente para limitar el daño colateral, evitando debilitar el apoyo político e internacional. La potencia de fuego ejercida desde el aire normalmente se utilizará en situaciones de emergencia y cuando tropas propias estén siendo atacadas. El empleo correcto del CAS no sólo protege vidas de los no combatientes, sino también evita el fraticidio y minimiza el daño colateral, acciones que pueden tener consecuencias negativas en el nivel estratégico.

Las acciones CAS que se realizan en el combate asimétrico permiten que las fuerzas terrestres puedan actuar junto a un gran refuerzo, ya que el apoyo aéreo les proporciona potencia de fuego adicional. Esto permite que el mando terrestre disponga de mayor capacidad de maniobra como, por ejemplo, según expone (Sánchez 2010), el despliegue de más fuerzas terrestres y la reducción de fuerzas en reserva. Además, los medios de apoyo aéreo cercano sirven como elemento de disuasión a los posibles ataques terrestres adversarios, ya que pueden disminuir la probabilidad de ataques.

Aun cuando las fuerzas terrestres no necesiten la presencia de acciones CAS, se les puede proporcionar un apoyo importante, como la realización de reconocimientos de rutas para los convoyes terrestres, exploración de áreas definidas de interés por actividad enemiga y realización de búsquedas de vehículos propios en riesgo. Además, puede actuar como relé de comunicaciones entre los Centros de Operaciones Tácticas (TOC) y las fuerzas terrestres desplegadas en el terreno, transmitiendo la información para el desarrollo de las operaciones en curso.

3.3. CAS del combate simétrico

En un entorno de combate convencional, se requiere lograr unas condiciones previas que permitan la realización de las acciones CAS. Se necesita asegurar un entorno de superioridad aérea para la ejecución del CAS, si no de manera total, al menos parcialmente. Para ello, la artillería desempeña una labor esencial con la aplicación de fuegos de supresión de defensas aéreas enemigas (SEAD, *Suppression of Enemy Air Defenses*). Del mismo modo, en este tipo de escenarios, la gestión de espacio aéreo juega un papel determinante a la hora de mantener la seguridad de las aeronaves, evitando conflictos con los fuegos indirectos. Hoy en día los avances tecnológicos disponibles proporcionan al JTAC y a las aeronaves eficaces herramientas que permiten realizar de una forma casi automática el control de los medios. No obstante, el JTAC debe estar preparado para trabajar en la peor de las situaciones y cumplir su misión, incluso cuando no tenga disponible estos medios por la situación de combate, como en caso de ambiente con contramedidas electrónicas.

El JTAC, en su función de integración aire-tierra, debe realizar la gestión del espacio aéreo, coordinando las aeronaves con los fuegos indirectos. Los beneficios de que el personal JTAC esté dentro de la orgánica de las unidades de apoyo de fuegos es bastante evidente. Los



conocimientos y la experiencia adquirida como observador avanzado (OAV) en unidades de Artillería de Campaña (ACA) no se imparten ni son exigidos en la medida suficiente durante la formación JTAC. Por esta razón, la selección del personal JTAC del Ejército de Tierra proviene principalmente de Artillería. Del mismo modo, todos los miembros del TACP reciben instrucción específica para familiarizarse con los medios y sistemas que el equipo debe manejar. Es de gran importancia el NFO como elemento multiplicador del JTAC, proporcionándole la información que se requiere en cada momento, pudiendo proporcionar así apoyos aéreos a la totalidad del GT.

3.4. Diferencias entre el CAS del combate simétrico y del combate asimétrico

Las operaciones CAS convencionales y las de ambiente asimétrico se diferencian en función de la naturaleza del adversario, los objetivos militares asignados y los métodos mediante los cuales se van a llevar a cabo las operaciones militares.

En la guerra convencional, los objetivos estratégicos se concentran en coaccionar al estado adversario, principalmente atacando a sus fuerzas convencionales. Los objetivos incluyen puestos de mando y control, defensas aéreas y fuerzas terrestres que se puedan detectar e identificar por medios aéreos y espaciales, y ser objetivos del poder aéreo. Por otro lado, en los CAS de ambiente asimétrico, los objetivos se dirigen a la seguridad y estabilización de una región ya ocupada. Los objetivos militares se concentran más en las operaciones de pacificación y reducción de la influencia insurgente en la población. Como consecuencia, nuestras tropas necesitan de un adecuado apoyo de inteligencia, que permita localizar e identificar dichos objetivos, así como de un preciso control positivo en la ejecución de los ataques aéreos por los TACP para operaciones de TGO con objeto de minimizar los daños colaterales y evitar el fratricidio.

En relación a los tipos de operaciones, en el combate simétrico las fuerzas propias tal vez tengan que realizar muchas misiones de superioridad aérea, supresión de las defensas aéreas del enemigo, ataques a nivel estratégico, interceptación y CAS convencional. Por el contrario, en los ambientes asimétricos no hay aviones adversarios que combatir, defensas aéreas que atacar, cuarteles generales nacionales a los que destruir con ataques de precisión, ni fuerzas desplegadas en el terreno para neutralizar. No obstante, el poder aéreo sigue desempeñando una función esencial en misiones de Aerotransporte Táctico, ISTAR y de CAS en apoyo de fuerzas terrestres propias desplegadas en el campo de batalla.



Ilustración 6. JTAC y su operador láser.

Fuente: Revista Ejército nº 956. Año 2020



3.5. Planeamiento del CAS con sistemas aéreos no tripulados

Los Sistemas de Aeronaves No Tripuladas (*Unmanned Aircraft System - UAS*) o, más correctamente Sistemas de Aeronaves Tripuladas Remotamente (*Remotely Piloted Aircraft Systems – RPAS*), suponen un factor multiplicador de la fuerza en relación al medio tripulado, y será preponderante en dos áreas:

“Toda misión en la que la autonomía, entendida en términos de permanencia y perseverancia en el seguimiento de un objetivo, suponga un factor determinante: vigilancia y reconocimiento, guerra electrónica, alerta temprana...”

“Toda misión que suponga un alto riesgo para el piloto, y su presencia a bordo no represente una ventaja evidente: ataque al suelo en general, y muy particularmente en escenarios de media/alta amenaza.” (García, 2012, p. 2)

Las capacidades que aportan los UAS y el planeamiento y táctica en su empleo para el apoyo y ejecución de acciones CAS, quedan definidas en los siguientes términos:

a. **Las capacidades de los UASs** varían según las diferentes plataformas, y deben ser conocidas para su correcto empleo. Muchos UASs tienen la capacidad de incorporar munición asistida por GPS y pueden proporcionar fuego guiado por LASER. Los actuales terminales de vídeo usados por las fuerzas terrestres permiten ver directamente las grabaciones FMV (*Full Motion Video*) del UAS. Además, pueden incluir las siguientes capacidades:

- Electrónico (EO). Permite identificación de color; utilidad limitada en oscuridad con objetivos iluminados.
- Sistema de Imagen Térmica. Permite trabajar en el espectro infrarrojo (IR) y permite visibilidad, aunque limitada a través de polvo y humo.
- Percepción nocturna pasiva por IR cercano trabaja en el mismo espectro que los sistemas de visión nocturna NVG (*night visión goggles*).
- Designador de Objetivo LASER (LTD) para marcadores LASER (LSTs) o para proporcionar guiado terminal de munición; deseable disponer de cambio de frecuencia de repetición PRF (*pulse repetition frequency*).
- Puntero IR que permita identificación de objetivos por plataformas o personal provisto de dispositivos de visión nocturna (NVDs).
- Radar de apertura sintética (SAR) para proporcionar imágenes detalladas de objetos sensibles al radar e información geográfica en cualquier situación meteorológica.
- Indicador de movimiento de objetivo que permita seguimiento automático del mismo.
- Detección de armamento convencional, nuclear, radiológico, biológico y químico.
- Munición guiada por LASER y GPS capaz de seguir objetivos desde la altura de vuelo, y que permita la adquisición o marca de objetivo con un amplio campo de visión.
- Conectividad incrementada de comunicaciones (si es posible que incluya Data Link) y conexión segura.



- Capacidad de guerra electrónica que permita seguimiento, detección e identificación extendida de objetivos en el espectro electromagnético (NATO STANDAR ATP-3.3.2.1, 2019, p. 3-131).
- b. **Planeamiento de acciones CAS con UAS.** Tanto los UASs de ala fija (FW) como de ala rotatoria (RW) operan usando los mismos procedimientos CAS que las aeronaves tripuladas, incluyendo los procedimientos de empleo del LASER. Entre las consideraciones a tener en cuenta para el uso de los UASs en acciones CAS, se encuentran:
 - Los UASs deben seguir los mismos procedimientos proporcionados por el JTAC/FAC (A) que los de las aeronaves tripuladas.
 - Capacidades de comunicación/plan detallado en caso de pérdida de comunicación.
 - Procedimientos de pérdida de enlace y rutas de contingencia.
 - Control al nivel táctico más inferior o al nivel del mando mejor situado para explotar el sensor de video, imágenes, comunicaciones y munición del UAS.
 - Dificultad para reconfigurar ciertos UAS en vuelo de largas distancias debido a la baja velocidad de tránsito.
 - Los UASs requieren integración en el espacio aéreo y coordinación con las aeronaves cercanas.
 - Los UASs deben cumplir con las medidas de seguridad en el uso del LASER.
 - Cuando el CAS sea realizado por un UAS con munición, el perfil requerido de ataque u órbitas necesarias para el lanzamiento de dicha munición requieren un planeamiento para la coordinación del espacio aéreo con otras aeronaves que pudieran permanecer en el área, de la misma manera que cualquier otra plataforma.
 - Un UAS con relé en rango de frecuencia UHF o VHF puede actuar como satélite subrogado a baja cota. Esta capacidad permite a las fuerzas terrestres la comunicación en entorno urbano o terreno montañoso y a larga distancia, usando radios estandarizadas portátiles.
 - Las condiciones meteorológicas adversas son unas de las mayores preocupaciones para las operaciones de vuelo del UAS, particularmente en el lanzamiento y recuperación. Cuando la situación atmosférica es adversa, los sensores se pueden ver afectados y perjudicar el resultado de la misión.
 - Los UASs que vuelan a baja altitud y son fácilmente detectables tanto visualmente como por el ruido elevado del motor, podrían alertar a las fuerzas enemigas. Se deben tener en cuenta las condiciones atmosféricas en el perfil de vuelo de la aeronave con el objetivo de lograr el mejor modo de empleo para cada misión.
 - Algunos UASs están equipados con LASER clase-3¹⁵ y clase-4¹⁶. Se debe tener en cuenta la distancia de seguridad para los daños oculares si se trabaja con

¹⁵ LASER clase 3 puede causar daños oculares agudos o crónicos si se entra en contacto directo con el haz láser.

¹⁶ LASER clase 4 puede causar daños oculares o cutáneos agudos si se entra en contacto directo, indirecto, o por reflexión, con el haz láser.



fuerzas terrestres o aeronaves pilotadas que pudieran cruzar el haz de LASER inesperadamente (NATO STANDAR ATP-3.3.2.1, 2019, pp. 3-131/132).

c. **Táctica de empleo de UAS con carga de munición.**

- **Instrucciones.** Las instrucciones estandarizadas del CAS y el formato de comprobación del CAS deben ser tenidos en cuenta por la tripulación de vuelo que dirige remotamente el UAS, en cualquier caso, los puntos de control de la matriz de inicio usadas por cazas tripulados, están muy lejos de poder ser usados por un UA debido a sus bajas velocidades (60 – 250 nudos).
- **Órbita.** El UA orbitará generalmente sobre el objetivo para la liberación de la munición según la siguiente descripción de vuelo.
 - a) **Wheel Figure** representa una descripción de órbita circular usada cuando no hay restricción ni solicitud de rumbo final de ataque, ni tampoco, las características del terreno o los elementos urbanos ocultan el objetivo. El tamaño de la órbita varía en función de la munición a emplear, capacidad de detección del sensor, y el objetivo a alcanzar, aunque la órbita es normalmente de entre 5 Km y 8 km sobre el terreno alrededor del objetivo. La distancia de la órbita debería permitir al UA mantener identificación positiva del objetivo y permanecer en posición para adquirirlo rápidamente, o en caso de que sea necesario poder rectificar si algún elemento del terreno ocultara el objetivo en algún momento de su órbita.

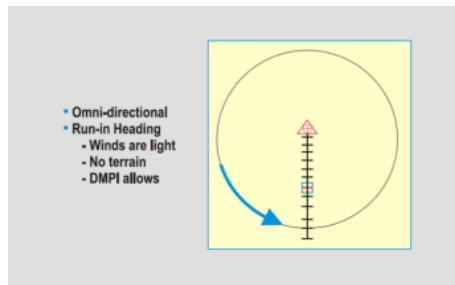


Ilustración 7. Descripción de vuelo sin restricciones.

Fuente OTAN ATP-3.3.2.1, p. 3-133. Año 2019

- b) **Figure 8.** El trazado “figure-8” y el patrón “racetrack” son usados en caso de restricciones en el rumbo final de ataque, por motivos de coordinación del espacio aéreo o por otras consideraciones entre las que encontramos: posiciones de fuerzas amigas, riesgo de daños colaterales, terreno/entorno urbano, o si la integración con fuego indirecto o fuegos de otras aeronaves descarta la operación CAS del UAS.

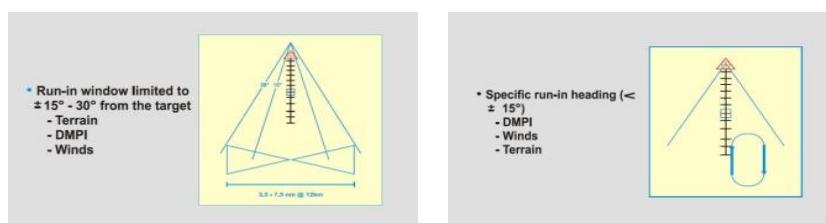


Ilustración 8. Descripción de vuelo con restricciones.

Fuente OTAN ATP-3.3.2.1, p. 3-134. Año 2019.



4. Estudio de las necesidades derivadas del empleo del CAS del combate asimétrico al combate simétrico

En el desarrollo de los capítulos anteriores, se han venido delimitando las necesidades derivadas del empleo del CAS en su adaptación a los diferentes entornos operativos a los que se ha venido enfrentando. En el nuevo panorama global se vislumbra un entorno de mayor complejidad, determinado por cuatro ambientes de actuación: un espacio de batalla no lineal, áreas urbanizadas, enfrentamientos de alta intensidad contra un enemigo tecnológicamente avanzado, y apoyo a las autoridades civiles. Así se recoge en el documento “Fuerza 35”¹⁷, documento que define las necesidades del Ejército ante los nuevos riesgos y amenazas de nuestro entorno. Pero antes de analizar las necesidades a medio y largo plazo, se van a describir las que han ido apareciendo en el tiempo, y las soluciones que se les han dado.

4.1. Necesidades operativas actuales del CAS asimétrico

El apoyo aéreo cercano es un elemento de extraordinaria importancia en las operaciones de ambiente asimétrico. El empleo del CAS durante operaciones de estabilización es significativamente diferente de su empleo en operaciones convencionales al encontrarse limitado en escala y alcance. Esto es así, por la propia naturaleza restrictiva de estas operaciones que a menudo, se amplían como resultado de la aplicación de las reglas de enfrentamiento (ROE)¹⁸. Esta circunstancia no resta capacidad de que el CAS sea eficazmente empleado y se muestre decisivo. De la necesidad de cumplimiento de las ROE, se deriva el uso de munición guiada y de precisión por las aeronaves CAS en las operaciones de apoyo con objetivos en entornos urbanos. De esta manera se limita el daño colateral pudiendo, a la vez, crear el efecto deseado y mitigar los efectos adversos. (ATP-3.3.2.1, 2019, p. 3-62)

En estas operaciones, el apoyo CAS depende en gran medida del trabajo de inteligencia, de coordinación con el plan del jefe de maniobra, de la munición apropiada y de un JTAC con visión del objetivo. Los JFCs y su personal deberían considerar el uso del CAS con la máxima diligencia, también durante otras operaciones de combate asimétrico como son las operaciones de estabilización. No obstante, cabe preguntarnos por la necesidad de asignar otros roles al CAS de ambiente asimétrico. La respuesta que este estudio ofrece a esta necesidad destaca entre otras, el servir de plataforma aérea flexible de observación, cubrir momentos específicos de vulnerabilidad proporcionando presencia aérea en una situación de enfrentamiento de tropas, mostrando poder de disuasión, proporcionando seguridad a los convoyes en ruta sobre el terreno y sirviéndoles de relé radio con el puesto de mando. Se trataría de aprovechar la ventaja de disponer de un elemento de observación elevado y con capacidad de permanecer en situación de baja amenaza aérea. (ATP-3.3.2.1, 2019, p. 3-62)

En conclusión, el poder aéreo puede proporcionar mucho más que potencia de fuego al

¹⁷ «Fuerza 35» es la solución del Ejército de Tierra para dar respuesta al proceso de planeamiento militar que lidera el Jefe de Estado Mayor de la Defensa (JEMAD) con la finalidad de mantener unas Fuerzas Armadas eficaces y proporcionadas al nivel de ambición establecido. El diseño, la experimentación y el equipamiento de esta fuerza son prioridades que centran todos los esfuerzos de nuestro Ejército.

¹⁸ Las acciones militares están controladas por las Reglas de Enfrentamiento, las cuales están autorizadas por el Consejo del Atlántico Norte (NAC) para las operaciones lideradas por la OTAN sobre la aprobación del plan operacional (OPLAN). ROE define el grado y la manera en que la fuerza puede ser aplicada y está diseñado para asegurarse de que esa aplicación de fuerza está cuidadosamente controlada.



apoyar a las fuerzas terrestres. El mejor entendimiento y adiestramiento del personal de la fuerza aérea para el CAS en combate asimétrico, amplía la capacidad de influencia positiva del poder aéreo en el campo de batalla.

4.2. Necesidades derivadas del empleo del CAS del combate simétrico o convencional

El poder de fuego indirecto que proporciona la artillería de campaña en el componente terrestre, obliga a una coordinación profunda con el componente aéreo, no restringida a la zona de contacto con el adversario. La búsqueda de apoyo aéreo en cualquier lugar del teatro de operaciones, deriva del empleo de fuerzas ligeras capaces de responder en un escenario abierto, extenso y con una oposición irregular. Esta necesidad derivó en una integración orgánica de unidades de helicópteros de ataque en combinación con la unidad de superficie a la que proporciona apoyo cercano. Las misiones de ataque de los helicópteros de combate son, principalmente, las de interdicción aérea (AI) y las de ataque en combate próximo (CCA)¹⁹. En estas últimas, debido a las capacidades de la aeronave y al conocimiento de la situación de la tripulación, no se requiere control de ataque terminal, adquiriendo el piloto del helicóptero la responsabilidad del lanzamiento y la de sus efectos. No obstante, en aquellos casos en los que la tripulación requiera un mayor conocimiento de la situación y existiesen JTACs disponibles, podrían llevarse a cabo acciones de apoyo cercano de ala rotatoria (RW-CAS). La consecuencia derivada de esta integración orgánica de medios aéreos en el componente terrestre fue la del empleo masivo de JTAC y, por otro lado, la dotación de helicópteros de ataque como los HA-28 "Tigre" y su integración en la FAMET como unidad orgánica, para ser desplegados con las unidades que lo requiera.

Por consiguiente, toda unidad que disponga de medios aéreos susceptibles de ser utilizados en acciones CAS podría realizarlo, siempre que cree una estructura de mando y control que se lo permita. Por este motivo, el JTAC se concibe como un elemento terminal integrable en cualquier estructura aerotáctica, y que estaría disponible para que la estructura operativa los pudiera atribuir al componente que proporcione apoyo aéreo, en muchos casos una estructura multinacional. La necesidad de contar con mayor número de personal JTAC certificado resultó en el establecimiento de un Plan de Formación Nacional (PNF JTAC). El Plan recogió que la coordinación y control del programa recaería en la División de Operaciones de Estado Mayor de la Armada (EMA), quien ejercería el papel del director del programa de formación JTAC ante la OTAN. Por otro lado, se estableció que la Escuela Militar de Paracaidismo "Méndez Parada" (EMPMP) sería la responsable de la ejecución del PNF. Por su parte, la Academia de Artillería implementó, dentro del simulador de artillería de campaña (SIMACA), un puesto de piloto tanto de ala fija como rotatoria, que permiten la instrucción y el adiestramiento en esta capacidad.

¹⁹ El CCA es el apoyo próximo por el fuego de unidades de helicópteros a fuerzas terrestres que se encuentran en contacto próximo con el adversario.



Ilustración 9. Prácticas en nuevos sistemas del simulador SIMACA

Fuente: https://x.com/@MADOC_ET. Año 2023

Un nuevo factor que deriva de la capacitación JTAC en la integración aire-tierra, junto al resto de los apoyos conjuntos, es la necesidad de mantener un grado de cohesión alto con el personal de los equipos con los que trabaja. Su empleo se encuadra dentro del equipo de apoyo de fuegos conjuntos JFSE del componente terrestre. Junto con el oficial de apoyo de fuegos FSO y los NFO, el JTAC proporciona asesoramiento al jefe de la organización operativa. Por tanto, se sitúa encuadrado dentro de los destacamentos de enlace, coordinación y observación (DECO) de GT. Del mismo modo, para una operación o fase de maniobra, podría ser necesario el despliegue del JTAC en el nivel S/GT, si se requiere una identificación positiva del objetivo, o coordinación en acciones CAS con la maniobra terrestre. A nivel de TACP, difícilmente puede lograr objetivos sin establecer una relación de confianza y liderazgo con el resto del personal que lo compone. El JTAC y el NFO deben trabajar como un equipo cohesionado, en el que la información precisa y oportuna fluya en ambas direcciones con el objetivo de lograr la eficacia del apoyo de fuego conjunto.

4.3. Necesidades tecnológicas

Dentro del modelo de Gran Unidad desplegable, “Brigada 35”, que el Ejército de Tierra necesita para afrontar los retos futuros en el horizonte de 2035, la tecnología que incorpore mejorará la operatividad de las fuerzas terrestres para lograr una ventaja táctica y operacional, que permita superar con éxito los retos derivados de cualquier entorno operativo. Entre los principales grupos de tecnología se encuentran las nuevas generaciones de RPAS de distintas categorías y que pueden portar cada vez mayores cargas explosivas.



| CLASE | CATEGORÍA | EMPLEO HABITUAL | ALTURA DE OOPERACIÓN NORMAL | RADIO DE OPERACIÓN NORMAL | NIVEL DE MANDO AL QUE APOYA NORMALMENTE | EJEMPLOS |
|------------------------|---------------------|--|-----------------------------|---------------------------|---|---------------------------------------|
| CLASE I <150KG | Micro <66j | Subunidad táctica (lanzamiento manual), operadores individuales. | Hasta 200 pies | Hasta 5 km | Pelotón Sección | Wasp |
| | Mini <15 kg | Subunidad táctica (lanzamiento manual), operadores individuales. | Hasta 3000 pies | Hasta 25 Km | Compañía Pelotón | RQ-11 Raven |
| | Small <15-150 Kg | Unidad táctica (utiliza sistema de lanzamiento). | Hasta 5000 pies | 50 Km | Batallón Regimiento | Saident Scan Eagle |
| CLASE II 150-600 KG | Táctico | Formación táctica | Hasta 10000 pies | 200 Km | Brigada | Searcher MKII Atlante Pelícano |
| CLASE III >600 KG | MALE | Estratégico/Operacional | Hasta 45000 pies | Sin límite | Mando conjunto | MQ-1 Predator A Heron TP Milano |
| | HALE | Estratégico | Hasta 65000 pies | Sin límite | Mando de Teatro | Global Hawk |
| | Ataque/ Combate | Estratégico/Operacional | Hasta 65000 pies | Sin límite | Mando de Teatro | MQ-9 Predator B «Reaper» |

Tabla 1. Tecnologías RPAS que se potenciarán en la “Brigada 35”. Fuente: Ejército de Tierra. (2019). Fuerza 35.

Por otro lado, la capacidad de estos medios innovadores como los RPAS de generar gran cantidad de datos, imágenes y videos, aumentará las capacidades de inteligencia. La necesidad de gestionar ese volumen de información que obligará a automatizar procesos, incorporando la Inteligencia Artificial y Big Data, que mejoren la velocidad de elaboración de la información y agilicen la toma de decisiones.

En el ámbito de Fuegos, la necesidad de ampliar capacidades de respuesta en el apoyo a las diferentes acciones tácticas, se materializa en el desarrollo de municiones de exploración o merodeadoras, también conocidas como “drones suicidas”²⁰. Son dispositivos capaces de

²⁰ Este tipo de sistemas, una combinación entre un UAV y un misil, permiten que el ataque se lleve a cabo en el momento preciso o abortar la misión en caso de que no se detecte el objetivo o no se den las condiciones deseadas para el ataque, pudiendo recuperarse o regresar al modo exploración. <https://uvisionuav.com/loitering-munitions/> El Hero-30 ya se ha integrado en la plataforma móvil “Neton” de la compañía española “Einsa” <https://aemide.es/?s=neton>



permanecer en posición sobre una zona de objetivos, realizando un reconocimiento y proporcionando datos o imágenes para la asignación de un objetivo en vuelo.

Sin abandonar el concepto Fuerza 35, los principales requisitos exigidos a las municiones estarán en los campos de la precisión y del alcance. Por un lado, las municiones de precisión facilitarán su empleo en zonas urbanizadas o cuando se necesite evitar daños colaterales. También y en este sentido, la necesidad de evitar el uso de armas letales en determinados escenarios por razones legales, políticas o sociales, requiere de la disponibilidad de una variedad de armas no letales como humos, aerosoles, fibras de carbono...

Respecto a la protección, el sistema de defensa antiaérea debe disponer capacidades de neutralizar amenazas de aeronaves más pequeñas tipo micro y mini con armas tanto convencionales como de energía dirigida o interferencia electromagnética. La integración de misil, cañón y contra-RPAS permitirá optimizar los medios y reducir el personal necesario, dotando a las unidades de mayor protección. El sistema anti drones *C-sUAS CROW* dispone de sensores de detección y elementos de identificación y de neutralización, que permiten que la respuesta contraofensiva se haga de manera inmediata. Para la instrucción en amenazas UAS el Ejército ha adquirido el blanco aéreo *HUMMING-PRO v2*²¹ con el que se aumenta las amenazas que se pueden destruir, y así, proteger al personal e instalaciones desplegadas.

Otros ámbitos en los que la tecnología RPAS juega un papel determinante son tanto en la defensa de guerra electrónica²² como en operaciones de Inteligencia, Vigilancia, Adquisición de Objetivos y Reconocimiento. Esta tecnología genera una necesidad de mejorar los procesos y flujos de inteligencia mediante la incorporación de la Inteligencia Artificial y Big Data.

²¹ Sistema de enjambre de drones (hardware y software) y 20 blancos consistentes en plataforma de ala rotatoria con cuatro motores que cuentan con autopiloto que pueden ser empleados como blanco móvil.
<https://scrdrones.com/producto-item/humming-prop/>

²² Integración de lucha C-RPAS en la Defensa Antiaérea. Sistemas integrados capaces de enfrentarse a todo el espectro de la amenaza aérea (convencional/RPAS). Desarrollo de armas sistemas C-RPAS semiautónomos para defensa contra ataques enjambres.



5. Riesgo en el desarrollo de acciones CAS

5.1. Minimizar daño colateral como primera necesidad derivada de las acciones CAS

Las acciones CAS como cualquier otro procedimiento que forme parte de un conflicto bélico, se encuentra regulado por la legislación nacional e internacional. Observarlas y tomar todas las medidas necesarias para que las operaciones aéreas sean legítimas debe ser una consideración clave para el jefe del JTAC y su personal. La Ley de Conflictos Armados (LOAC) regula los derechos y deberes de los contendientes en periodo de guerra. Su mayor propósito es salvaguardar los derechos fundamentales de civiles y facilitar la restauración de la paz. Las acciones militares están controladas por las Reglas de Enfrentamiento (ROE-Rules Of Engagement) las cuales definen el grado en el que la fuerza puede ser aplicada y el modo de ser controlada.

Las bajas causadas a fuerzas aliadas por fuego amigo son una trágica consecuencia de la guerra. Son varias las causas que pueden provocarlas, aunque lo más frecuente sea la identificación errónea de objetivos, la descripción y localización incorrecta de los mismos, transmisión de información incorrecta o mal recibida, y pérdida de la Conciencia Situacional (SA-*Situational Awareness*) por el JTAC, tripulación CAS, solicitantes, personal en combate o jefes al mando. La necesidad de minimizar las consecuencias del fuego propio pasa por una planificación minuciosa de la misión, disponer de procedimientos estandarizados de seguimiento y rastreo de fuerzas amigas y de las peticiones de apoyo aéreo inmediatas, además del adiestramiento e instrucción conjunto en situaciones lo más reales posibles, el uso de etiquetas y seguimiento de dispositivos usados por la fuerza amiga, y contar con personal cualificado JTAC o coordinación ALO. Todo lo anterior junto a la claridad de los procedimientos de fuego, pueden reducir significativamente la probabilidad de fuego amigo.

Destacamos medidas en la fase de planeamiento como la estimación de daño colateral (CDE)²³, que proporciona una probabilidad, pero no una certeza de los efectos indeseados de un sistema de armamento específico. Facilita la consideración legal de proporcionalidad y sólo puede ser realizada por un analista cualificado y aprobada por el nivel de mando determinado en el ROE. Un JTAC no está certificado o capacitado para hacer una CDE formal.

Por otro lado, y teniendo en cuenta que provocar muertes o heridos entre la población civil, aparte de ser una tragedia, puede tener unos efectos adversos duraderos a nivel operativo y estratégico. Por ello, todos los participantes en el proceso de empleo del CAS son responsables de una planificación eficiente y segura, y de la ejecución del mismo, incluyendo identificación Positiva (PID-*Positive Identification*)²⁴, como establecen las ROE, y de la estimación de daño colateral como es requerido. Para dar respuesta a la necesidad de minimizar daños a civiles se propone que previamente al despliegue se prepare y se revisen las ROE que afecten a las acciones CAS.

Además, las misiones CAS requieren un alto grado de control que se consigue a través de una comunicación eficiente, pero las medidas del enemigo pueden interferir con el sistema C2 del componente aéreo y poner en peligro el uso del CAS. Se debe garantizar la conexión constante entre la aeronave y las unidades terrestres y para ello, se pueden usar técnicas de

²³ Se define como el daño o lesiones producidas a personas u objetos de manera accidental y no intencionada, que no son objetivos legales militares en las circunstancias del momento en que se producen. (ATP-3.3.2.1. 2019. p. 1-15).

²⁴ PID es la certeza razonable de que funcional y geo-espacialmente un objeto de ataque es un objetivo militar legítimo según la ley de conflictos armados y la ROE aplicable.

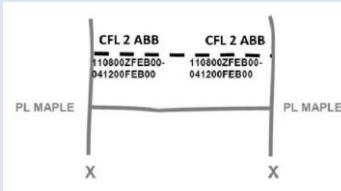
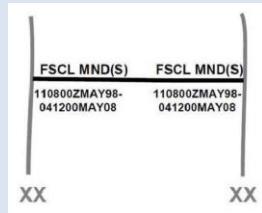
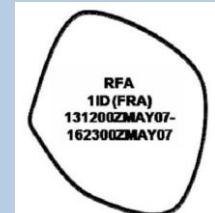


manipulación del espectro electromagnético, contramedidas y a través de las redes de comunicación interoperables de los diferentes componentes. Disponer de procedimientos adecuados de comunicaciones es fundamental. Entre las técnicas destacadas se encuentra la ocultación en el terreno, el aumento de la fuerza de la señal, comunicaciones seguras, autenticación y señal visual. En cualquier caso, ninguna de estas técnicas es efectiva por sí misma, sino que serán el equipo de comunicaciones y la misión los que determinen la más adecuada. Cuando las comunicaciones se pierden en la red principal, el apoyo CAS puede aún ser dirigido a través de un modo de comunicación alternativo. Se puede restablecer la comunicación usando una red alternativa de apoyo aéreo u otra dentro del sistema C2 disponible para situaciones de emergencia.

En definitiva, el éxito en el empleo de operaciones aéreas junto a fuegos de superficie requiere de una planificación minuciosa para que durante los cambios que se puedan producir en las condiciones iniciales se hagan de manera coordinada y precisa. En todo momento, el JTAC/FAC(A), el mando y control del espacio aéreo y el personal de apoyo de fuegos están obligados a coordinar dicho espacio para proporcionar un entorno de operaciones razonablemente seguro para que las aeronaves maniobren y ataquen el objetivo. La integración del espacio aéreo debe también, acomodar otros elementos aéreos como pueden ser UASs, evacuación, C2, vigilancia, reconocimiento y aeronaves de transporte. Los componentes C2 deben asegurarse de que las aeronaves que transitoriamente no están bajo el control del JTAC/FAC(A), tienen conocimiento de las otras aeronaves que operan en cercanía. Las aeronaves CAS pueden requerir una coordinación de maniobras aéreas específicas en tiempo, espacio y altitud.

Estas medidas de coordinación de apoyos de fuego tienen el propósito de permitir el máximo aprovechamiento de todos los fuegos de apoyo disponibles, al mismo tiempo que, aseguran la disminución del riesgo de que las propias tropas sufran daños. Cuando los fuegos o sus efectos se sitúan fuera del área de responsabilidad, se debe obtener permiso por parte del enlace previamente a la ejecución. Entre las medidas de coordinación de apoyos de fuegos encontramos de carácter permisivo y de carácter restrictivo. A continuación, se presenta un cuadro comparativo entre las mismas:



| Medidas de Coordinación de apoyo de Fuegos Fuente de procedencia de figuras: ATP-3.3.2.1. Año 2019. | |
|---|---|
| Medidas Permisivas | Medidas Restrictivas |
| <p><u>Línea de fuego Coordinada (CFL)</u>²⁵:</p> <p>Acelerar el ataque en la zona más allá de la línea de fuego.</p> <p>Proporcionar al jefe de la maniobra una zona segura del fuego indirecto amigo.</p>  <p>Figura P-1: Representación gráfica</p> <p>Línea discontinua con las iniciales CFL seguido de cuartel general y nación. Debajo de la línea se añade grupo date-time efectivo.</p> | <p><u>No-Fire Área (NFA)</u>²⁶:</p> <p>Prohibir fuegos en el área para proteger civiles, áreas pobladas o áreas con valor histórico o cultural.</p> <p>Debe ser fácilmente identifiable desde el aire y transmitida a todas las unidades de la fuerza.</p>  <p>Figura R-1: Representación gráfica</p> <p>Área delimitada por línea continua con líneas diagonales en el interior, las iniciales NFA seguidas de cuartel general, nación y grupo date-time.</p> |
| <p><u>Línea de coordinación de apoyo de fuegos (FSCL)</u>²⁷:</p> <p>Facilita el ataque inmediato de objetivos más allá de ella, principalmente por aeronaves.</p> <p>Proporciona al mando terrestre suficiente control de aeronaves por debajo de la línea para asegurar la seguridad de las tropas.</p> <p>Maximiza el empleo de armamento donde son más eficientes.</p>  <p>Figura P-2: Representación gráfica</p> <p>Línea continua con las iniciales FSCL seguido de la identificación del cuartel general y la nación sobre la línea. Debajo, grupo date-time.</p> | <p><u>Área de Fuego Restringido (RFA)</u>²⁸:</p> <p>Regula fuegos dentro de un área de acuerdo a las restricciones determinadas.</p> <p>Es aplicable a munición convencional y no convencional, y a sus efectos, proporcionados por cualquier medio.</p> <p>Localizada en terreno reconocible y fácilmente identifiable desde el aire.</p> <p>Tamaño ajustado a las necesidades de maniobra, pero sin limitar posibilidad de fuego en otras áreas.</p>  <p>Figura R-2: Representación gráfica</p> <p>Área delimitada por una línea continua negra con las iniciales RFA dentro, seguidas de identificación de cuartel general, nación y grupo date-time.</p> |

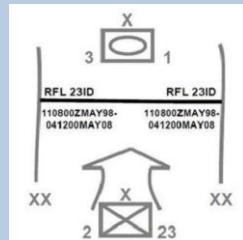
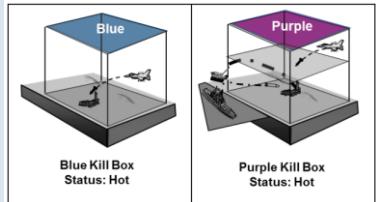
²⁵ (CFL) Línea a partir de la cual los medios de apoyo de fuego convencional de superficie (morteros, artillería y fuegos de apoyo naval) pueden hacer fuego en cualquier momento dentro de la zona establecida sin necesidad de coordinación adicional.

²⁶ (NFA) Área en la cual ni fuegos ni efectos de fuegos están permitidos, excepto si se autorizan temporalmente o si una fuerza adversaria dentro de esta área combate fuerzas amigas.

²⁷ (FSCL) Línea establecida por jefe de fuerza terrestre o anfibia para indicar peticiones coordinadas para fuegos por otras unidades que pueden afectar las operaciones en marcha planeadas.

²⁸ (RFA) Área en la cual está impuesta una restricción específica y en la que aquellos fuegos que excedan la restricción, no serán efectivos sin la coordinación con el cuartel general.



| | |
|--|--|
| <p><u>Área de Fuego Libre (FFA)</u>²⁹:</p> <p>Acelerar el ataque de objetivos y facilitar la suelta de munición CAS.</p> <p>Bajo la aprobación de la petición, el área designada es declarada limpia para fuego sin mayor coordinación.</p>  <p>Figura P-3: Representación gráfica</p> <p>Área delimitada por una línea continua negra con las iniciales FFA dentro, seguidas de identificación de cuartel general, nación y grupo date-time.</p> | <p><u>Línea de Fuego Restringido (RFL)</u>³⁰:</p> <p>Prevenir fraticidio entre fuerzas amigas convergentes.</p> <p>Aplica a munición convencional y no convencional entregada por cualquier medio y sus efectos.</p> <p>Localizada en terreno identificable para reconocimiento de todos los JFSE. CAS puede influir esta operación.</p> <p>Requiere simplicidad en la ejecución y coordinación de los sistemas de fuego directo e indirecto.</p>  <p>Figura R-3: Representación gráfica</p> <p>Línea continua negra con las iniciales RFL seguidas del cuartel general y nación sobre la línea. Debajo grupo date-time.</p> |
| <p><u>Caja de Ataque (KB)</u>³¹:</p> <p>Permite ataque letal contra objetivos de superficie sin más coordinación de la establecida y sin requerimiento de control de ataque terminal.</p> <p>Cuando se usa para integrar aire-superficie y subsuperficie / fuegos indirectos superficie-superficie, la caja de ataque tendrá restricciones.</p> <p>Proporciona un bloque tridimensional de espacio aéreo en el que las aeronaves participantes están coordinadas para evitar conflicto con fuegos amigos de superficie.</p> <p>El objetivo de las cajas de ataque es reducir el nivel de coordinación requerido para satisfacer las necesidades de apoyo con la máxima flexibilidad a la vez que se previene el fraticidio.</p>  | <p><u>Área de Coordinación del Espacio Aéreo (ACA)</u>³²:</p> <p>Los límites verticales y laterales del área están diseñados para permitir libertad de acción para apoyo de fuego por aire y superficie al mayor número de objetivos predecibles.</p> <p>Restrictivo para artillería y permisivo para aeronaves.</p> <p>Actúa como una medida de seguridad para aeronaves amigas mientras permite otras armas de apoyo a la fuerza de maniobra.</p> <p>Evitar conflicto de fuegos en el espacio aéreo.</p>  <p>Figura R-4: Representación gráfica</p> <p>Área delimitada por una línea con las iniciales ACA dentro, el nombre, el cuartel general, altura mínima y máxima, y tiempo de vigencia.</p> |

²⁹ (FFA) Área específica dentro de la cual cualquier sistema de armamento puede hacer fuego sin coordinación adicional.

³⁰ (RFL) Línea establecida entre fuerzas amigas convergentes (una o ambas pueden estar en movimiento) que prohíbe todo tipo de fuegos y efectos a lo largo de ella sin coordinación con la fuerza afectada.

³¹ (KB) Medida de coordinación de apoyos de fuegos tridimensional con una medida de coordinación del espacio aéreo asociada que se usa para facilitar la integración de fuegos conjuntos y la coordinación del espacio aéreo interior.

³² (ACA) Bloque tridimensional de espacio aéreo en una zona objetivo en la que aeronaves amigas están razonablemente seguras de fuegos amigos de superficie.

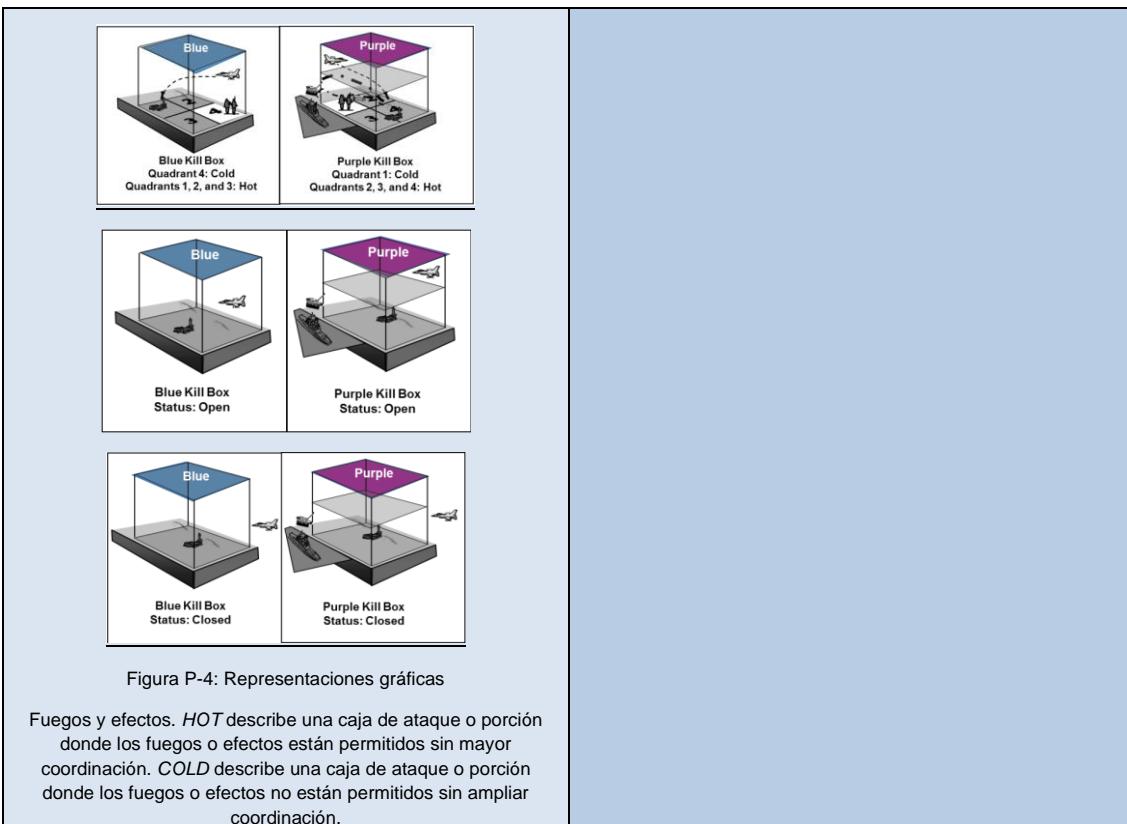


Figura P-4: Representaciones gráficas

Fuegos y efectos. *HOT* describe una caja de ataque o porción donde los fuegos o efectos están permitidos sin mayor coordinación. *COLD* describe una caja de ataque o porción donde los fuegos o efectos no están permitidos sin ampliar coordinación.

Tabla 2. Comparativa de medidas permisivas y medidas restrictivas para la coordinación de apoyos de fuego.
Elaboración propia. Fuente ATP-3.3.2.1. Año 2019.

Por último, en lo que respecta a medidas de coordinación, existe una medida para describir el riesgo de la ejecución de una acción de apoyo de fuego conjunto, ya sea CAS o superficie-superficie, llamada distancia de estimación de riesgo (RED). Este cálculo permite al jefe de la unidad apoyada, estimar el peligro potencial para tropas amigas por un ataque CAS. Se ha establecido como 0.1 por ciento la probabilidad de incapacitación (PI), esto quiere decir, una probabilidad de 1 entre 1000. Hay que tener en cuenta que diferentes factores como, por ejemplo: el perfil del lanzamiento, la elevación del blanco, el terreno, edificaciones, arbolado, etc., pueden reducir o incrementar la PI significativamente. La descarga de munición a una distancia cuya PI sea del 0.1 o mayor, será considerado “Peligro Cercano”. Le corresponde al jefe de las fuerzas que solicitan el apoyo aceptar la responsabilidad del riesgo por fuego amigo a una distancia dentro del 0.1 por ciento de PI.

5.2. Análisis modal de fallos y efectos del JTAC en relación al daño colateral en la planificación del ataque terminal

El daño colateral presenta un componente inintencional o accidental, sufriendo sus efectos objetos o personas que no son objetivos militares legales en las circunstancias del momento. Los fallos a la hora de disminuir el daño colateral hasta niveles aceptables de riesgo, pueden tener efectos adversos para lograr las metas de la misión y de seguridad jurídica nacional. La realización de una estimación de daño colateral CDE no exime de responsabilidades en caso de que se produzca. En cualquier caso, una comprensión de las medidas de estimación puede ayudar a quien planifica el CAS o al JTAC en la toma de decisiones. En este proceso de planificación y conducción, el JTAC tiene la responsabilidad de trabajar con el jefe de la fuerza apoyada para asegurarse de que la identificación positiva es observada y que la percepción situacional tiene en cuenta la localización de tanto fuerza amiga como de civiles.



El objetivo de realizar este Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) de las fases de planificación y conducción del CAS, no es otro que el de adelantarnos a los posibles fallos que pudieran causar daño colateral, reduciendo o evitando consecuencias no deseadas: a) por fallos en la identificación positiva de blancos, b) por fallo en la asignación de munición al objetivo determinado, c) por mal funcionamiento de la munición, y d) por la importancia estratégica de ciertos objetivos que llevan a tomar la decisión consciente de asumir el efecto colateral. En el anexo A se detalla el proceso de análisis sintetizado en la matriz utilizada. Dicho proceso se describe como sigue:

1. Situación: acción CAS asimétrico en zona urbanizada con tropas aliadas sobre el terreno.
2. Sistema analizado: aplicación de medidas para evitar daño colateral.
3. Requerimiento del sistema: comprensión situacional real, planificación de las causas posibles de daño colateral, y aplicación de las técnicas de mitigación adecuadas.
4. Establecimiento de modos de fallos y efectos: generamos discriminación graduando los efectos según el grado de severidad. Los criterios de graduación son cualitativos y se basan en el estudio realizado en este trabajo. Partimos que el grado más alto de severidad es el 10 y corresponde a la pérdida de vidas humanas.
5. Causas potenciales: para cada modo de fallos hemos identificado posibles causas.
6. Datos cuantitativos: seleccionamos la guerra entre Israel y Hamas para obtener datos en los que basar nuestro análisis. Los datos manejados procedentes de la plataforma Univision Noticias nos permiten inferir y asignar valores en nuestro AMFE. Los datos de daños colaterales son los siguientes: 70 muertos en ataque a campo de refugiados donde se ocultaban líderes de Hamas. Daños a civiles no involucrados por edificios alcanzados. Daños evitables por munición sin correlación a la naturaleza del ataque. Daños a objetivos estratégicos como vías de comunicación.
7. Detección de causas de fallos: Identificamos mecanismos de detección de fallos y los calificamos del 1 al 10, siendo el 10 cuando no tenemos controles o no tenemos posibilidad de detectar el fallo.
8. Números de prioridad de riesgo: prestamos atención a las líneas de riesgo con mayor NPR.
9. Medidas correctivas: aplicamos valor a las medidas correctivas sobre los NPR más altos, mayores de 100 en nuestro análisis.
10. Actuar sobre las causas: las medidas sugeridas producen efecto sobre la raíz del fallo, consiguiendo disminuir el daño colateral en la planificación y conducción de CAS.

El resultado de este análisis muestra cuatro causas de fallo en las que se debe incidir prioritariamente por su mayor probabilidad de repetirse. En la fase de planeamiento, el no lograr una identificación positiva PID acertada, provoca mayor incidencia de víctimas que están siendo usadas como escudos humanos, y de civiles no combatientes dentro del rango de alcance. El análisis también nos revela que un JTAC proactivo y cuidadoso con el uso de cualquier forma remota de determinación de objetivos actúa eficazmente en la causa raíz de los fallos.

Durante la fase de conducción, las causas con mayor prioridad de riesgo son, por un lado, la selección de munición mitigante de efectos no deseados y, por el otro, la conciencia de sopesar la necesidad estratégica de un objetivo con los daños colaterales que causará el ataque. En el



primer caso, el JTAC tiene una responsabilidad en la orientación del eje de ataque para actuar en la causa raíz con efectos mitigantes del daño. En segundo lugar y cuando el objetivo es considerado estratégico, se asume mayor riego de daños colaterales. En caso de mantenerse la decisión de ejecutar la misión, si el JTAC se asegura de que la localización del objetivo es correcta, se consigue disminuir su prioridad de riesgo.

La prioridad de riesgo hace que se identifique las causas de fallos en las que hay que incidir de manera inmediata, sin olvidar el resto. Toda la mejora de material y tecnología al servicio del JTAC y de la misión, junto a los procedimientos estudiados en los capítulos anteriores de este trabajo podrían tener el efecto perseguido en relación al daño colateral.



6. Implementación de aeronaves no tripuladas en acciones CAS

6.1. Análisis de debilidades y fortalezas DAFO

El análisis DAFO³³ ha servido para evaluar la respuesta de las aeronaves no tripuladas en la realización de acciones CAS y tomar las decisiones adecuadas. El estudio realizado en el apartado 2.6 de este trabajo, sobre el empleo de aeronaves de apoyo cercano, nos permite identificar la situación de la propuesta para establecer la estrategia apropiada.

| | |
|--|---|
| <p>Fortalezas</p> <p>Recursos internos que proporcionan ventaja a los drones.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Normalmente equipadas con armamento y sensores equiparables a la mayoría de aeronaves de ala fija. 2. Incrementan conectividad de las comunicaciones y el alcance de las capacidades de comunicación y control (C2). 3. En CAS, el JTAC mejora conocimiento situacional (SA) gracias a sus imágenes. 4. Señalamiento LASER a modo de manos libres para otras aeronaves. 5. Con el uso de video e imagen proporcionado, el UA es capaz de ayudar en la correlación de objetivos con otros participantes en la acción CAS. | <p>Debilidades</p> <p>Limitaciones que poseen los drones para realizar las acciones CAS.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menor versatilidad y flexibilidad para proporcionar capacidad de combate que el ala fija. 2. Menor capacidad que el ala rotatoria para maniobrar y reposicionar el poder de fuego ante situaciones cambiantes. 3. La tripulación cualificada de ala fija está entrenada y equipada para emplear todo el abanico de armamento y munición guiada de precisión. |
| <p>Oportunidades</p> <p>Factores externos que pueden impulsar la participación del dron en las acciones CAS.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En una fuerza multinacional, la integración de las aeronaves capacitadas CAS permite sacar ventaja de las diferentes y complementarias capacidades de cada plataforma. | <p>Amenazas</p> <p>Factores externos a los drones que pueden llegar a limitar su uso en acciones CAS.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vuelan en solitario y a baja velocidad, por lo que no pueden ser reposicionados. 2. Contramedidas electrónicas. 3. Las instrucciones estandarizadas CAS y el formato de comprobación |

³³ El análisis DAFO es un proceso de evaluación en el cual se consideran los factores internos y externos que intervienen en el éxito de un sistema. Se centra en identificar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de dicho sistema para tomar decisiones que definan una estrategia de actuación.



| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 2. Riesgo nulo para piloto y tripulación. 3. Ofrecen al mando de la fuerza sobre el terreno apoyo de fuego conjunto adicional. | <p>CAS serán tenidas en cuenta por la tripulación de vuelo UAS, en cualquier caso, los puntos de control de la matriz de inicio usadas por cazas tripulados, están muy lejos de poder ser usados por un UA armado debido a sus bajas velocidades (60 – 250 nudos).</p> <ul style="list-style-type: none"> 4. El tiempo atmosférico es la mayor consideración para las operaciones de vuelo del UAS, particularmente en el lanzamiento y recuperación. El sensor pudiera degradarse en condiciones adversas. |
|---|--|

Tabla 3. Evaluación de aeronaves no tripuladas en acciones CAS.

Una vez completada la matriz DAFO, ya se dispone de un diagnóstico general de cómo implementar la participación de aeronaves no tripuladas en acciones CAS. Nuestra propuesta sería seguir una estrategia FO denominada de ofensiva o de crecimiento para aprovechar las ventajas internas y externas que proporcionan estos medios. Esta estrategia debería tener mayor efecto en las acciones CAS de ambiente asimétrico debido a las fortalezas descritas en las que destacan los UAs/RPAS.

6.2. Análisis jerárquico AHP

Una vez establecida la estrategia de aprovechar las fortalezas y oportunidades que ofrecen los UAs, nos planteamos una evaluación de diferentes criterios que permita jerarquizar el proceso de implementación de los mismos en las acciones CAS y optimizar las decisiones.

Toda innovación se realiza con el fin de mejorar lo que existe actualmente. Una oportunidad para los problemas que afronta el JTAC en los conflictos actuales y previsiblemente en el futuro, será la utilización de drones, no como sustituto de las aeronaves tripuladas, sino como complemento de las otras plataformas y apoyo en labores de reconocimiento y vigilancia del campo de batalla en tiempo real desde cualquier posición.

Para demostrarlo, se ha usado el método de análisis jerárquico AHP (ver anexo C), cuya metodología es una forma viable y segura para la ayuda en la toma de decisiones y para la evaluación de distintas alternativas en función de unos criterios o subcriterios. Sintetiza un problema con múltiples dimensiones en una única solución.

El método AHP permite incorporar juicios y valores subjetivos que, en nuestro análisis, proceden del estudio realizado en los capítulos anteriores. El objetivo a estudiar es la implementación de los drones en las acciones CAS en función de tres alternativas propuestas a valorar: seguir usando aeronaves tripuladas para este tipo de operaciones, sustituirlas completamente por drones, o encontrar una solución intermedia, en la que los drones obtengan un gran protagonismo, pero no reemplacen por completo a las aeronaves de ala fija o rotatoria.

Con la colaboración inestimable del personal especializado de la unidad, se establecieron los criterios y subcriterios para la realización del método AHP. Con su ayuda, se establecieron los pesos de cada criterio y subcriterio acorde a la escala fundamental de comparación por pares



o de Saaty³⁴.

| Juicios | Puntuación (Score) |
|------------|---------------------|
| Igual | 1 |
| | 2 |
| Moderado | 3 |
| | 4 |
| Fuerte | 5 |
| | 6 |
| Muy Fuerte | 7 |
| | 8 |
| Extremo | 9 |

Ilustración 10. Adaptación de Escala de Saaty.

Fuente: Método AHP

Esta escala nos permite transformar aspectos cualitativos en cuantitativos, facilitando notablemente la comparación entre las distintas alternativas y dando lugar a resultados más objetivos y fiables, permitiéndonos valorar la consistencia de nuestra decisión para validarla como la mejor opción. A continuación, se muestra el esquema donde se ven reflejados los criterios, subcriterios y alternativas que se van a estudiar.

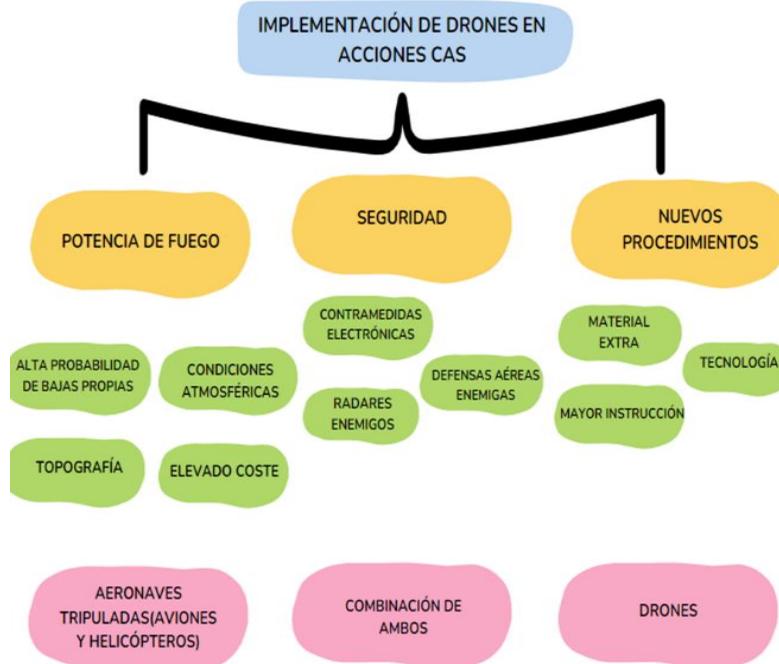


Ilustración 11. Criterios, Subcriterios y Alternativas AHP. Elaboración Propia. Año 2023.

³⁴ El método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) utiliza la escala fundamental del 1 al 9 de comparación por pares o de Saaty. Se utiliza para comparar los criterios de cada grupo del mismo nivel jerárquico y la comparación directa por pares de las alternativas respecto a los criterios del nivel inferior. Toma nombre del profesor Thomas L. Saaty, quien propuso el método AHP.



Una vez realizado todo el proceso de la metodología AHP, podemos confirmar la consistencia de que la solución más eficaz sería el empleo de drones en las acciones CAS en acciones de apoyo a determinadas misiones y en entornos favorables, pero sin sustituir completamente a las aeronaves tripuladas. En entornos en los que el adversario dispone de tecnología avanzada, la eficacia de los drones se podría ver afectada por contramedidas electrónicas. Por otro lado, no se reduciría a cero el riesgo de que se produzcan bajas en los pilotos, pero se mantendría una potencia de fuego elevada y no se estaría tan expuesto a reducir la eficacia contra las defensas aéreas enemigas.

| MATRIZ DE DECISIÓN | | | | |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| CRITERIOS / SUBCRITERIOS | PESOS | Aeronaves | Drones | Ambos |
| Potencia de fuego | 0,21 | 0,10 | 0,27 | 0,64 |
| + Alta prob. bajas. pr | 0,69 | 0,11 | 0,26 | 0,63 |
| + Topografía | 0,10 | 0,11 | 0,26 | 0,63 |
| + Condiciones atm. | 0,21 | 0,07 | 0,28 | 0,64 |
| Seguridad | 0,69 | 0,29 | 0,31 | 0,40 |
| + Contramed. elec. | 0,24 | 0,14 | 0,24 | 0,62 |
| + Radares enemigos | 0,14 | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| + Defensas aereas ene | 0,62 | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| Nuevos procedimiento | 0,10 | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| + Material extra | 0,14 | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| + Mayor instrucción | 0,57 | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| + Tecnología | 0,29 | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| | | 0,25 | 0,30 | 0,44 |

Ilustración 12. Matriz de decisión



7. Conclusiones y trabajo futuro

A modo de conclusión, las acciones de apoyo aéreo cercano han seguido un proceso de adaptación a los entornos operativos en los que han sido implementados. Los cambios en el planeamiento, conducción del ataque terminal, estructura aerotáctica, personal implicado y en los materiales o recursos tecnológicos utilizados, no se han producido de forma inmediata. La propia evolución de las acciones CAS del combate asimétrico como elemento de apoyo de fuego conjunto, hacia un CAS en ambiente simétrico o convencional, ha ido generando determinadas necesidades derivadas, a las que se les ha dado respuesta en todos los ámbitos de su empleo.

Del CAS del combate asimétrico, se deriva la necesidad de observar con rigor las ROE vigentes desde el planeamiento hasta la ejecución del ataque terminal, determinada por el empleo del apoyo cercano en operaciones de estabilización de zonas ya controladas y en entorno urbano. Mitigar los efectos adversos requiere tanto de la minuciosa planificación del CAS como del uso de munición guiada y de precisión. No se busca un mayor efecto de la potencia de fuego, si no que el CAS del combate asimétrico proporcione a la unidad de maniobra seguridad cubriendo vulnerabilidades y, además, actuando como elemento de extensión de las comunicaciones. Por otro lado, del estudio del CAS en el combate simétrico se deriva la necesidad de una coordinación profunda con el componente terrestre en su integración en el fuego conjunto. La respuesta a esta necesidad fue la integración orgánica de medios aéreos en las unidades terrestres, creando una estructura de mando y control que les permita su utilización en acciones CAS. Como consecuencia de esta integración y ante la necesidad de contar con personal JTAC suficiente ante el aumento de operaciones de apoyo cercano, resultó en el establecimiento del Plan Nacional de Formación que asegura el número de personal JTAC cualificado y certificado necesario en cada momento. El liderazgo de este personal y la cohesión que pueda generar tanto a nivel de TACP como en el JFSE del componente terrestre en el que se encuadre, condiciona la eficacia del apoyo de fuego conjunto.

De estas necesidades que han sido objeto de estudio en este trabajo de fin de grado, tanto la derivada de evitar daño colateral como la del empleo de los recursos tecnológicos más avanzados, concretamente los medios aéreos no tripulados para acciones CAS, han sido objeto de análisis más detallado, desprendiéndose del mismo las conclusiones en los siguientes párrafos.

Por un lado, la figura del JTAC asume una gran responsabilidad en el planeamiento y conducción de acciones CAS como personal capacitado y entrenado para evitar o mitigar el daño colateral. Por su posición sobre el terreno y los recursos materiales y tecnológicos disponibles, es en el ámbito de la identificación positiva (PID) donde mayor capacidad de mitigar daños colaterales se desprende de sus intervenciones, como ha quedado respaldado por el análisis modal de fallos y efectos realizado.

En segundo lugar, se confirma que la cada vez más necesaria integración de las diferentes plataformas de apoyo aéreo, aprovechando las fortalezas y oportunidades que ofrecen en función de la misión, las condiciones del entorno, y de los avances tecnológicos del enemigo, es la mejor alternativa.

Finalmente, y una vez delimitado el alcance de este estudio, se proponen aspectos del CAS relevantes en los que incidir en trabajos futuros como las oportunidades que ofrece la Integración de lucha C-RPAS en la defensa antiaérea, sistemas integrados capaces de enfrentarse a todo el espectro de la amenaza aérea (convencional/RPAS), y desarrollo de armas sistemas C-RPAS semiautónomos para defensa contra ataques enjambre. La formación especializada de los operadores de drones es otro aspecto crucial que debe abordarse para garantizar un desempeño óptimo y una adaptación efectiva en situaciones tácticas complejas.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bartles, C., Tormey, T., Hendrickson, J. (2017). "Las operaciones de multidominios y el apoyo aéreo cercano: Una nueva perspectiva". *Military Review*. Tercer Trimestre 2017, pp. 20-32. Kansas: Army University Press. Disponible en: <https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/Archives/Spanish/3rdQtr2017/las-operaciones-de-multidominios-y-el-apoyo-aereo-cercano-una-nueva-perspectiva.pdf> [Consultado 19-10-2023].
- DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, DOCTRINA, ORGÁNICA Y MATERIALES. (2016). «Empleo operativo del JTAC, concepto derivado 03/16». Granada: Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC), 11 de noviembre de 2016.
- García, R. (2012). "Los UAS en el Ejército del Aire, una apuesta de futuro". *Revista de Aeronáutica y Astronáutica*. Diciembre 2012, pp. 1-2. Madrid: Ministerio de Defensa. Disponible en: https://bibliotecavirtual.defensa.gob.es/BVMDefensa/es/catalogo_imagenes/grupo.do?path=340_459 [Consultado 15-02-2024].
- Jefe de Estado Mayor de la Defensa. (2019). "Fuerza 35". Madrid: Departamento de comunicación del Ejército de Tierra. Disponible en: https://ejercito.defensa.gob.es/Galerias/Descarga_pdf/EjercitoTierra/Publicaciones/fuerza_35.pdf [Consultado 06-02-2024].
- Jordán, J. (2017). "Aportación de la experiencia bélica israelí a la teoría estratégica del poder aéreo". *Revista Universitaria de Historia Militar*, vol. 6, nº12 (2017), pp. 221-240. Granada: Universidad de Granada. Disponible en: <https://www.ugr.es/~jordan/poder-aereo-israel.pdf> [Consultado 26-11-2023].
- NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION. (2019). <<NATO STANDARD ATP-3.3.2.1 TACTICS, TECHNIQUES AND PROCEDURES FOR CLOSE AIR SUPPORT AND AIR INTERDICTION>>. Bruselas: Nato Standardization Office (NSO). Abril 2019.
- Provis, M. (2023). "Análisis militar del conflicto de Israel-Hamas". *Informe del Observatorio*. Santiago de Chile: Centro de Estudios de la Academia de la Guerra. Disponible en: <https://www.ceeag.cl/wp-content/uploads/2023/10/IO-MP-Conflicto-Israel-Hamas-1.pdf> [Consultado 26-11-2023].
- Rodríguez, R. (2001). "Guerra asimétrica". *Ministerio de Defensa. Boletín de información*, nº270, pp. 59-74. Madrid: Ministerio de Defensa. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4602435> [Consultado 11-12-2023].
- Sánchez, R. (2010). "El apoyo aéreo cercano en los conflictos de baja intensidad". *Revista de Aeronáutica y Astronáutica*, nº791, marzo 2010, pp. 232-238. Madrid: Ministerio de Defensa. Disponible en: https://publicaciones.defensa.gob.es/media/downloadable/files/links/r/a/raa_791_2010.pdf [Consultado 11-12-2023].
- Univision y Agencias (2023). *Guerra Israel – Hamas: Ejército israelí reconoce un extenso daño colateral en el ataque a un campo de refugiados que dejó al menos 70 muertos*. Univision Noticias, 28 diciembre 2023. Disponible en: <https://www.univision.com/noticias/mundo/israel-reconoce-extenso-dano-colateral-ataque-campo-refugiados> [Consultado 21-02-2024].



ANEXO A. ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE)

| Nr. | Proceso | Modo de fallo | Efecto del fallo | Gravedad (G) | Causa del fallo | Ocurrencia (O) | Detección | Detección (D) | NPR | Medidas sugeridas/implantadas | Responsable | Gravedad | Ocurrencia | Detección | NPR |
|-----|--|------------------------|--|--------------------|--|------------------|---|------------------|------------------------|---|--|----------|------------|-----------|----------|
| 1 | Minimizar daño colateral en fase de planeamiento CAS | Fallo PID | Daño colateral patrimonio Pérdida vidas humanas Pérdida vidas humanas Daño colateral patrimonio | 7 10 10 7 | Hay objetos protegidos dentro de rango Hay civiles o no combatientes dentro de rango Hay escudos humanos involuntarios Hay preocupación medio-ambiental | 4 6 9 3 | JTAC debe estar vigilante para identificar presencia de no combatientes e incorporar patrones de vida de la población en sus decisiones de selección de objetivos | 3 3 2 2 | 84 180 180 42 | JTAC proactivo y cuidadoso con el uso de cualquier forma remota de determinación de objetivos | Jefe de la fuerza terrestre apoyada. JTAC | 10 10 | 2 2 | 3 3 | 60 60 |
| 2 | Encaje inapropiado de munición con el blanco | Posible daño colateral | Hay otra munición para mitigar DC | 8 | JTAC debe tener en cuenta | 7 | 2 | 2 | 112 | Orientar el eje de ataque para que la | Jefe de la fuerza terrestre apoyada | 8 | 2 | 2 | 32 |



| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|-------------------------|---|---|------------------------------------|---|-----|----|---|------|---|---|---|-----|
| | | | Possible daño colateral | 8 | Hay otro método de enganche | 3 | preocupaciones colaterales cuando planifica | 2 | 48 | munición se aleje de la principal preocupación colateral | JTAC | | | | |
| 3 | Minimizar daño colateral en fase de conducción CAS | Mal funcionamiento de la munición | Possible daño colateral | 8 | El fallo se produce en la guía de la munición | 3 | | 2 | 48 | | | | | | |
| | | | Possible daño colateral | 8 | Error en determinar la distancia al blanco. | 3 | Selección de munición de precisión, menor carga explosiva, o con menor carga potencial de fragmentación | 2 | 48 | JTAC puede precisar combinaciones de retardo de detonaciones para reducir fragmentación | JTAC | | | | |
| | | | Possible daño colateral | 8 | Error humano en las distancias | 3 | | 2 | 48 | | | | | | |
| | | | Possible daño colateral | 8 | Error tecnológico en las distancias | 3 | | 2 | 48 | | | | | | |
| 4 | Objetivo estratégico | Daño colateral vidas humanas y/o patrimonio | 9 | Hay conciencia de que la decisión conlleva riesgo colateral | 9 | Localización correcta del objetivo | 2 | 162 | | JTAC debe usar todos los medios para asegurarse de que la localización del objetivo es correcta | JTAC | 9 | 4 | 2 | 108 |

Tabla 4. Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE).



ANEXO B. HERRAMIENTA DE AYUDA A LA DECISIÓN. SOFTWARE AHP

La primera parte de la metodología se basa en introducir todos los criterios y subcriterios del proceso y las alternativas. En la siguiente ilustración vemos la etapa dos, en la que se comienzan a evaluar los criterios anteriormente mencionados. En la matriz 'Evaluación de criterios' introducimos los valores que le damos a cada criterio con respecto al otro.

Evaluación de CRITERIOS

| CRITERIOS | Potencia de fuego | Seguridad | Nuevos procedimiento |
|----------------------|-------------------|-----------|----------------------|
| Potencia de fuego | 1 | 1/5 | 3 |
| Seguridad | 5 | 1 | 5 |
| Nuevos procedimiento | 1/3 | 1/5 | 1 |

Escala de SAATY

| PESOS(W) |
|----------|
| 0,21 |
| 0,69 |
| 0,10 |

| Valor | Definición |
|-------|----------------------------------|
| 1 | a - Igual Importancia |
| 3 | b - Importancia Moderada v 1/3 |
| 5 | c - Importancia Grande v 1/5 |
| 7 | d - Importancia Muy Grande v 1/7 |
| 9 | e - Importancia Extrema v 1/9 |

R.I. : 0,1198

[Calcular](#)
[< Volver Datos AHP](#)


Ilustración 13. Introducción de los valores en celdas.

En el siguiente paso, seguimos el mismo procedimiento e introducimos los valores a los subcriterios.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|----------------------|-------------------|------------------|---------------|--------------------|------------------|------------------|----------------|---------------|
| Potencia de fuego | Alta prob. bajas. pr | Topografía | Condiciones atm. | PESOS(W) | Seguridad | Contramed. elec. | Radares enemigos | Defensas aeras | PESOS(W) |
| Alta prob. bajas. pr | 1 | 5 | 5 | 0,69 | Contramed. elec. | 1 | 3 | 1/5 | 0,24 |
| Topografía | 1/5 | 1 | 1/3 | 0,10 | Radares enemigos | 1/3 | 1 | 1/3 | 0,14 |
| Condiciones atm. | 1/5 | 3 | 1 | 0,21 | Defensas aeras ... | 5 | 3 | 1 | 0,62 |
| | | | | R.I. : 0,1198 | | | | | R.I. : 0,2635 |
| Nuevos | Material extra | Mayor instrucción | Tecnología | PESOS(W) | Seguridad | Contramed. elec. | Radares enemigos | Defensas aeras | PESOS(W) |
| Material extra | 1 | 1/3 | 1/3 | 0,14 | Contramed. elec. | 1 | 3 | 1/5 | 0,24 |
| Mayor instrucción | 3 | 1 | 3 | 0,57 | Radares enemigos | 1/3 | 1 | 1/3 | 0,14 |
| Tecnología | 3 | 1/3 | 1 | 0,29 | Defensas aeras ... | 5 | 3 | 1 | 0,62 |
| | | | | R.I. : 0,1183 | | | | | R.I. : 0,2635 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |



alternativas entre sí respecto a un criterio o subcriterio, como a continuación se muestra.

| | | | | R.I. : 0,0334 | | | | | R.I. : 0,0334 |
|----------------------|-----------|--------|-------|---------------|------------|-----------|--------|-------|---------------|
| Alta prob. bajas. pr | Aeronaves | Drones | Ambos | PESOS(W) | Topografía | Aeronaves | Drones | Ambos | PESOS(W) |
| Aeronaves | 1 | 1/3 | 1/5 | 0.11 | Aeronaves | 1 | 1/3 | 1/5 | 0.11 |
| Drones | 3 | 1 | 1/3 | 0.26 | Drones | 3 | 1 | 1/3 | 0.26 |
| Ambos | 5 | 3 | 1 | 0.63 | Ambos | 5 | 3 | 1 | 0.63 |

| | | | | R.I. : 0,0565 | | | | | R.I. : 0,2635 |
|------------------|-----------|--------|-------|---------------|------------------|-----------|--------|-------|---------------|
| Condiciones atm. | Aeronaves | Drones | Ambos | PESOS(W) | Contramed. elec. | Aeronaves | Drones | Ambos | PESOS(W) |
| Aeronaves | 1 | 1/5 | 1/7 | 0.07 | Aeronaves | 1 | 1/3 | 1/3 | 0.14 |
| Drones | 5 | 1 | 1/3 | 0.28 | Drones | 3 | 1 | 1/5 | 0.24 |
| Ambos | 7 | 3 | 1 | 0.64 | Ambos | 3 | 5 | 1 | 0.62 |

Ilustración 15. Evaluación de alternativas

Por último, para saber qué alternativa es la más importante acorde a los criterios y subcriterios establecidos, se trasladan a la matriz de decisión todos los pesos calculados anteriormente.

MATRIZ DE DECISIÓN

| CRITERIOS / SUBLIMITARIOS | PESOS | Aeronaves | Drones | Ambos |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Potencia de fuego | 0,21 | 0,10 | 0,27 | 0,64 |
| + Alta prob. bajas. pr | 0,69 | 0,11 | 0,26 | 0,63 |
| + Topografía | 0,10 | 0,11 | 0,26 | 0,63 |
| + Condiciones atm. | 0,21 | 0,07 | 0,28 | 0,64 |
| Seguridad | 0,69 | 0,29 | 0,31 | 0,40 |
| + Contramed. elec. | 0,24 | 0,14 | 0,24 | 0,62 |
| + Radares enemigos | 0,14 | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| + Defensas aeras ene | 0,62 | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| Nuevos procedimiento | 0,10 | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| + Material extra | 0,14 | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| + Mayor instrucción | 0,57 | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| + Tecnología | 0,29 | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| | | 0,25 | 0,30 | 0,44 |

Ilustración 16. Matriz de decisión



ANEXO C. DIAGRAMA DE GANTT

El diagrama de Gantt es una herramienta que sirve para planificar proyectos. En este trabajo se utilizó para dividir las tareas programadas durante las seis semanas de prácticas en la unidad y las dos semanas de trabajo en la Academia General Militar. Una buena planificación es clave para marcar los objetivos de cada tarea y lograr llegar a la meta final del proyecto. Un diagrama de Gantt muestra:

- Fecha de inicio y fin del proyecto
- Tareas del proyecto
- El responsable de cada tarea
- Fecha de inicio y fin de cada tarea
- Tiempo que dura cada tarea
- Superposición y relación de tareas entre sí

En este diagrama de Gantt, los objetivos más importantes en los que se ha dividido el trabajo han sido:

- Entrega y aprobación del trabajo por parte del CUD
- Recopilación de información en la unidad.
- Investigar, obtener y analizar la información para sacar conclusiones y argumentarlas en el trabajo.

En la siguiente ilustración se muestra una tabla donde aparece como se ha organizado y planificado el proyecto. Se pueden apreciar las distintas tareas, subtareas e hitos.

| | | Nombre | Duración | Inicio | Terminado | Predecesores |
|----|--|-----------------------------------|----------|----------------------|-----------------------|--------------|
| 1 | | PR01. PEXT EN CEUTA Y TFG | 28 days? | 4/09/23 8:00 | 11/10/23 17:00 | |
| 2 | | ■ 1. 2 BIA 105/14 | 15 days? | 4/09/23 8:00 | 22/09/23 17:00 | |
| 3 | | 1.1. CONOCER MATERIAL | 5 days? | 4/09/23 8:00 | 8/09/23 17:00 | |
| 4 | | 1.2. CONOCER TAREAS | 5 days? | 11/09/23 8:00 | 15/09/23 17:00 | |
| 5 | | 1.3. CONOCER FUNCIONAMIENTO | 5 days? | 18/09/23 8:00 | 22/09/23 17:00 | |
| 6 | | ■ 2. BIA PLM | 13 days? | 25/09/23 8:00 | 11/10/23 17:00 | 2 |
| 7 | | 2.1. CONOCER MATERIAL | 5 days? | 25/09/23 8:00 | 29/09/23 17:00 | |
| 8 | | 2.2. CONOCER TAREAS | 5 days? | 2/10/23 8:00 | 6/10/23 17:00 | |
| 9 | | 2.3. CONOCER FUNCIONAMIENTO | 4 days? | 6/10/23 8:00 | 11/10/23 17:00 | |
| 10 | | ■ 3. OBTENCIÓN INFORMACIÓN | 28 days? | 4/09/23 8:00 | 11/10/23 17:00 | |
| 11 | | 3.1 JTAC Y NFO | 15 days? | 4/09/23 8:00 | 22/09/23 17:00 | |
| 12 | | 3.2 ACCIONES CAS | 14 days? | 22/09/23 8:00 | 11/10/23 17:00 | |
| 13 | | 4. INICIO REDACCIÓN | 14 days? | 11/10/23 8:00 | 30/10/23 17:00 | 10 |

Ilustración 17. Lista de actividades, tareas, subtareas e hitos



A continuación, en la siguiente ilustración se muestra el diagrama de Gantt.

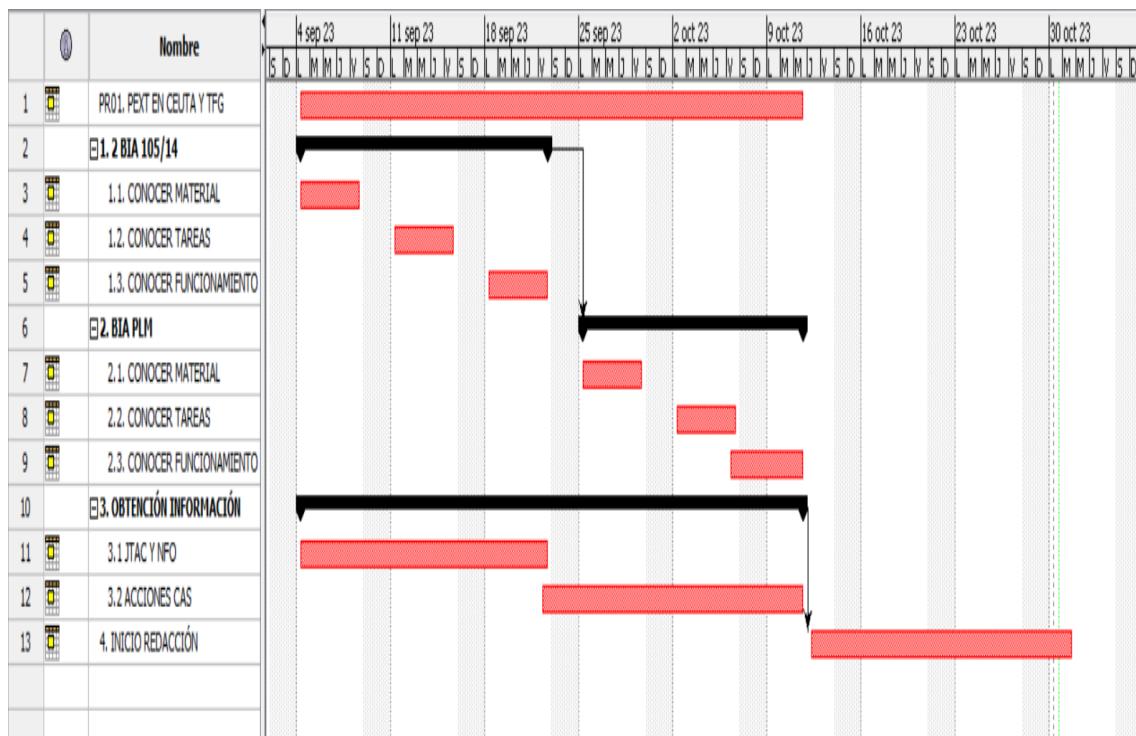


Ilustración 18. Diagrama de Gantt