



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Empleo de la artillería para la defensa de instalaciones militares en el extranjero frente a amenazas RAM.

D.A.C. Dña. Carmen María Gómez Gómez

Director académico: Dr. D. Fernando López Pérez

Director militar: Cap. D. Rodrigo Pérez González

Centro Universitario de la Defensa - Academia General Militar

2022





AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer a todo el personal del Grupo de Artillería de Campaña I/11 que, durante todo el periodo de prácticas, me asesoraron y ayudaron no solamente con la obtención de información destinada a la realización de este trabajo, también en el desarrollo de mis prácticas y en mi propia formación. En especial al Cap. D. Rodrigo Pérez González, tutor militar de este trabajo, destacando el tan buen trato tanto personal como profesional, haciéndonos formar parte de su BIA como uno más desde el primer día, y al Tte. D. Cristian Navarro, quien se volcó en nuestro aprendizaje y nos supo guiar en nuestros primeros pasos en una unidad. También al resto de los componentes de la BIA de PLM, siempre dispuestos a ayudar en todo lo posible y quienes me mostraron de nuevo, después de muchos años de academia, la mejor cara de nuestra profesión.

Agradecer también a mi tutor civil, el Dr. D. Fernando López Pérez, profesor de Derecho en el Centro Universitario de la Defensa, por su gran interés y constante dedicación a la correcta realización de este trabajo.

Finalmente, expresar mi gratitud a mi familia y amigos, sobre todo a mi madre, por haber estado al pie del cañón cada minuto de todos estos años, que no han sido pocos, animándome siempre a seguir hacia delante y apoyándome en las ocasiones en las que he tenido que ralentizar el ritmo. Celebrando conmigo los momentos de éxito, y luchando por vencer los momentos de derrota, puede que incluso más que yo.

No quiero acabar sin agradecer también el apoyo a todas aquellas personas que han estado conmigo en estos largos años, en especial a mi actual promoción, la LXXVII, que siempre recordaré con especial cariño, por haber sido la que me ha impulsado a acabar esta carrera de fondo.

MUCHAS GRACIAS A TODOS.





RESUMEN

La mayor parte de las amenazas que nos podemos encontrar actualmente en instalaciones militares en el extranjero, vienen en forma de cohetes, artillería y morteros (en adelante, RAM). Este trabajo pretende dar a conocer los aspectos de estas amenazas a los que el ejército español es capaz de enfrentarse, cuáles de ellos son mejorables y qué riesgos pueden encontrarse en el momento presente en las misiones en el extranjero.

Para ello, en esta memoria se analiza el concepto C-RAM (defensa frente a amenazas RAM), llevando a cabo una investigación que se apoya, fundamentalmente, en las experiencias de diferente personal militar destacado en el extranjero y en el análisis de bibliografía especializada.

Con la información recabada, se ha realizado un estudio de los medios de utilidad ante las preocupaciones mostradas por el personal entrevistado, identificando riesgos reales y proponiendo posibles mejoras.

Por último, se exponen los medios disponibles en otros ejércitos de nuestro entorno, así como los medios y nivel de mejora que se quiere alcanzar en nuestro ejército con el programa "Fuerza 35".

PALABRAS CLAVE

Pilares C-RAM, artillería, ASCA, "Fuerza 35".



ABSTRACT

Most of the threats that we can find today in military installations abroad, come in the form of rockets, artillery and mortars (hereinafter, RAM). This work aims to introduce the aspects of these threats that the Spanish army can deal with, which of them can be improved and what risks can be encountered at the present time in missions abroad.

To this end, this report analyzes the C-RAM concept (defense against RAM threats), carrying out an investigation that is based, fundamentally, on the experiences of different military personnel deployed abroad and on the analysis of specialized bibliography.

With the information collected, a study of the useful means to face the concerns shown by the personal interviewee has been carried out, identifying real risks and proposing possible improvements.

Finally, the means available in other armies in our environment are exposed, as well as the means and level of improvement that we want to achieve in our army with the "Force 35" program.

KEY WORDS

C-RAM pillars, artillery, ASCA, "Force 35".



ÍNDICE DE CONTENIDO

Agradecimientos	II
RESUMEN	IV
Palabras clave	IV
ABSTRACT	V
Key words	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO	1
1.2. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO	2
1.3. ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	2
1.4. METODOLOGÍA	2
1.5. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA	3
2. PRINCIPIOS DE LA ARTILLERÍA	4
2.1. A QUÉ AMENAZAS RESPONDE LA ARTILLERÍA	4
2.2. AMENAZAS RAM	5
2.2.1. Prefacio.....	5
2.2.2. Antecedentes: DAMA	5
2.2.3. Análisis de los pilares C-RAM.....	6
2.2.4. Proceso de defensa C-RAM.....	9
3. DESARROLLO	10
3.1. ANÁLISIS DE RIESGOS	10
3.2. SOLUCIONES PROPUESTAS	12
3.2.1. No detección.....	12
3.2.2. Retraso en la alarma	17
3.2.3. Falta de entendimiento	18
3.2.4. Falta de precisión.....	19
3.3. RESUMEN DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS	21
4. ALTERNATIVAS DE OTROS PAÍSES, LÍNEAS FUTURAS PROPIAS Y CONCLUSIONES GENERALES	22
4.1. CAPACIDADES DE OTROS PAÍSES Y SU VISIÓN DE FUTURO.....	22
4.1.1. Estados Unidos.....	22
4.1.2. Países europeos	23



4.1.3.	OTAN.....	25
4.1.4.	Israel	25
4.2.	LÍNEAS FUTURAS	26
5.	CONCLUSIONES GENERALES	29
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
ANEXOS		35
Anexo A.	Análisis de riesgos	37
Anexo B.	Material.....	39
	Radar ARTHUR.....	39
	Sistema HALO.....	40
	Obús 155/52 SIAC.....	41
Anexo C.	Informe de las entrevistas.....	43



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura de Desglose del Trabajo. Elaboración propia. (Oficina de Proyectos, 2020)	1
Figura 2: Fortalezas y debilidades del sistema HALO. Elaboración propia	14
Figura 3: Actividades que realizan las ESM. Elaboración propia	16
Figura 4: Radar Chart de los medios de detección. Elaboración propia	17
Figura 5: Resumen de las fases de transformación de la "Fuerza 35". Elaboración propia	27



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Secuencia de defensa C-RAM (Pérez, 2010).....	9
Ilustración 2: Radar en posición de trabajo. (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2018b)	13
Ilustración 3: Sectores del radar. (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2018b)	13
Ilustración 4: Obús 155/52 SIAC en posición de tiro. (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014c)	20
Ilustración 5: Obús 155/52 SIAC en posición de tiro. (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014c)	20
Ilustración 6: Sistema MANTIS. (Army Technology, 2019)	24
Ilustración 7: Cúpula de Hierro interceptando cohetes lanzados desde la Franja de Gaza hacia Israel. (Hurtado, 2021)	25
Ilustración 8: Descripción gráfica del proceso de uso de la munición merodeadora (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2020b)	28



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen de la puntuación del análisis de riesgos. Elaboración propia	10
Tabla 2: Tabla resumen de análisis de riesgos. Elaboración propia	11
Tabla 3: Clasificación de riesgos según su clase. Elaboración propia	12
Tabla 4: Resumen de las características de los RPAS en dotación. Elaboración propia	15
Tabla 5: Tabla resumen de nivel de riesgos tras medidas. Elaboración propia	21
Tabla 6: Tabla resumen del porcentaje de riesgos tras medidas. Elaboración propia	21
Tabla 7: Descripción de los sirvientes del SIAC. (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2009)	41
Tabla 8: Resumen del número de personal entrevistado. Elaboración propia	43



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ACRÓNIMOS	CASTELLANO	INGLÉS
AAA	Artillería Antiaérea	
ACA	Artillería de Campaña	
AHEAD	Destrucción y Eficiencia de Golpe Avanzada	Advanced Hit Efficiency And Destruction
APU	Unidad Auxiliar de Potencia	auxiliary power unit
ARTHUR	Radar de Búsqueda de Artillería	Artillery Hunting Radar
ASCA	Actividades de Coordinación de Sistemas de Artillería	Artillery Systems Cooperation Activities
ATP	Autopropulsado	
BB		Base-Bleed
BIA	Batería	
C-RAM	Contra Cohetes, Artillería y Morteros	Counter Rockets, Artillery and Mortars
C2	Mando y Control	Control and Command
Cap.	Capitan	
CDU	Unidad multifuncional de presentación	Control and Display Unit
CODE	Código Definido	
CONOPS	Concepto de la Operación	
CP	Puesto de Mando	Command Post
CUD	Centro Universitario de la Defensa	
DAC	Dama Alférez Cadete	
DAMA	Defensa contra Ataques de Mortero	Defence Against Mortar Attacks
DGAM	Dirección General de Armamento y Material	
ECM	Medidas de Control Electrónicos	Electronic Control Measures
EDT	Estructura de Desglose del trabajo	
EO/IR	Optrónica/Infrarrojos	Electronic-Optical/Infra-Red
EPM	Medidas de Protección Electrónica	Electronic Protection Measures
ERCA	Cañón de Artillería de Alcance Extendido	Extended Range Cannon Artillery
ESM	Medidas de Apoyo Electrónico	Electronic Support Measures
ET	Ejército de Tierra	
EW	Guerra Electrónica	Electronic Warfare



FAADC2	Mando y Control de la Defensa Aérea del Área Avanzada	Forward Area Air Defence Command and Control
GA	Alerta de Tierra	Ground Alerter
GBAD	Defensa Aérea Terrestre	Ground Based Air Defence.
GPS	Sistema de posicionamiento global	Global Positioning System
HALO	Sistema de Localización de Artillería Hostil	Hostile Artillery Locating System
IF	Fuego Indirecto	Indirect Fire
INTE	Integración Terreno-Enemigo	
ISTAR	Reconocimiento, localización de objetivos, vigilancia e inteligencia.	Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance
JCG	Grupo de Capacidad Conjunta	Joint Capability Group
JEMAD	Jefe de Estado Mayor de la Defensa	
JEME	Jefe de Estado Mayor del Ejército de Tierra	
LCMR	Radar de mortero contador de luz	Light Counter Mortar Radar
LSS	Pequeños, lentos y de baja cota	Low, Slow, Small
MACA	Mando de Artillería de Campaña	
MADOC	Mando de Adiestramiento y Doctrina	
MANTIS	Sistema de interceptación y focalización modular, automático y con capacidad de red	Modular, Automatic and Network-capable Targeting and Interception System
MDSS	Sistema de Detección de Múltiples Dominios	Multidomain Sensing System
MESEINS	Medios de Seguridad de las Instalaciones	
MI	Manual de Instrucción	
MILNAV	Navegador Militar	Military Navigator
MINISDEF	Ministerio de Defensa	
MRSI	Batir objetivos múltiples con un único lanzamiento	Multiple Rounds Simultaneous Impact
NOP,s	Normas Operativas Particulares	
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte	
PESCO	Cooperación Estructurada Permanente	Permanent Structure Cooperation
PGM	Misil Guiado de Precisión	Precision Guide Missile
PIM	Gestión Integrada de Paladin	Paladin Integrated Management
PLM	Plana Mayor	



PMA	Posición de Marcha Automática	
PMR	Posición de Marcha Reforzada	
PT	Posición de Tiro	
RACA	Regimiento de Artillería de Campaña	
RAM	Cohetes, Artillería y Morteros	Rockets, Artillery and Mortars
RPAS	Sistemas de aeronaves Pilotadas Remotamente	Remotely Piloted Aircraft System
SIAC	Sistema Integrado de Artillería de Campaña	
SP	Puesto Sensor	Sensor Post
SysFla	Sistema Flugabwehr	System Flugabwehr
TFG	Trabajo de Final de Grado	
TLS	Sistema de Aterrizaje con Transpondedor	Transponder Landing System.
Tte.	Tentiente	
VJTF	Fuerza Conjunta de Alta Disponibilidad	Very High Readiness Joint Task Force
WAVES	Sistema de Emergencia Audiovisual Inalámbrico	Wireless Audio-Visual Emergency System
WLS	Sistema de Localización de Armas	Weapon Locating System
ZO	Zona de Operaciones	



1. INTRODUCCIÓN

La siguiente memoria presenta los resultados obtenidos de la realización del Trabajo de Fin de Grado (en adelante, TFG) del grado en Ingeniería de Organización Industrial, impartido por el Centro Universitario de la Defensa. Ha sido realizado por la Dama Alférez Cadete Carmen María Gómez Gómez, bajo el título “Empleo de la artillería para la defensa de instalaciones militares en el extranjero frente a amenazas RAM”

A continuación, se expondrán los objetivos a conseguir con el trabajo, el ámbito de aplicación, la metodología que va a ser utilizada y la estructura de la memoria.

1.1. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

Para la planificación del trabajo, se ha realizado una Estructura de Desglose del Trabajo, en el que se han dividido las actividades en 3 entregables para tener un enfoque más gráfico de los hitos que se han ido realizando.

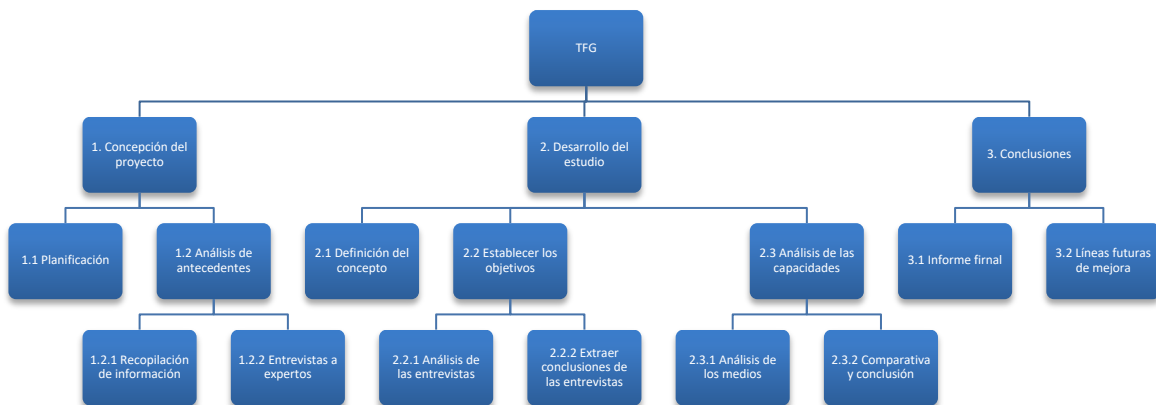


Figura 1: Estructura de Desglose del Trabajo. Elaboración propia (Oficina de Proyectos, 2020)

Cabe destacar las entrevistas realizadas a personal experto y experimentado en la materia, que ha sido la principal fuente de la cual se han obtenido e identificado los principales riesgos a los que se puede enfrentar nuestro ejército en cuanto a la defensa C-RAM, sirviendo de guía para el desarrollo de este trabajo. Trabajo que se ha centrado en el estudio de dichos riesgos, las consecuencias que conllevan y, con un ánimo esencialmente propositivo, las posibles medidas que pueden ser de utilidad para paliar los efectos negativos teniendo en cuenta únicamente los medios que actualmente se poseen en nuestro ejército, para lo cual el proceso de documentación llevado a cabo también ha sido imprescindible.

Además, en el punto final del trabajo, se exponen los medios que poseen otros países con el objetivo de conocer las diferentes posibilidades que existen, así como establecer unas posibles líneas de desarrollo y mejora de los medios propios.



1.2. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO

En este TFG se pretende, por una parte, tratar de dar a conocer las posibles amenazas que las instalaciones españolas militares pueden encontrarse en el extranjero, tales como ataques de morteros, cohetes y artillería, conocidas como amenazas RAM por sus siglas en inglés, identificando los riesgos que se pueden encontrar, así como exponer cómo es la protección a este tipo de amenazas, conocida como C-RAM, con el objetivo principal de encontrar en qué aspectos de esta defensa es eficaz actualmente nuestro ejército, y realizar un estudio en profundidad sobre ellos.

Se proponen los siguientes objetivos principales:

- Definición de las amenazas a las que se enfrenta la artillería.
- Definición del concepto C-RAM y análisis de sus pilares.
- Identificación y estudio de los principales riesgos que sufren las instalaciones militares desplegadas en el extranjero.
- Proponer soluciones actuales posibles para la mitigación de los riesgos identificados.
- Mostrar alternativas de otros ejércitos ante los problemas identificados en este estudio.

Como objetivo secundario, se realizará un estudio de las líneas futuras que pretende llevar a cabo nuestro ejército para mejorar las capacidades de defensa C-RAM.

1.3. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Actualmente, España no tiene en Zona de Operaciones (en adelante, ZO) medios desplegados capaces de hacer frente a amenazas RAM, lo que conlleva la existencia de cierta vulnerabilidad en la seguridad de la misión. Por ello, surge la necesidad de realizar un estudio que muestre las posibles soluciones que la tecnología actual permite llevar a cabo en el momento presente para hacer frente a los riesgos ante este tipo de amenazas, identificando aquellas a las que no se está en condiciones de combatir. Asimismo, se mostrarán alternativas de otros países y se estudiarán las líneas futuras que se pretenden seguir en el Ejército de Tierra (en adelante, ET) para mejorar sus propias capacidades ante esta amenaza.

1.4. METODOLOGÍA

Para poder cumplir con los objetivos marcados en el trabajo, se han realizado las siguientes actividades:

- Estudio de las amenazas a las que se enfrenta la artillería mediante la realización de entrevistas a personal con experiencia en este ámbito. (Anexo C)
- Análisis del concepto C-RAM y de sus pilares, mediante la utilización de manuales militares y otras publicaciones disponibles.
- Identificación y priorización de los principales riesgos que presentan las instalaciones militares ante amenazas RAM, mediante la utilización de métodos cualitativos.
- Estudio de las capacidades actuales del ET para responder a amenazas RAM mediante la consulta de manuales militares.



- Utilización de tablas comparativas, gráficos y otros métodos, a fin de justificar las mejoras y alternativas propuestas para la mitigación de los riesgos detectados.
- Realización de un estudio de líneas futuras y de medios alternativos disponibles en otros ejércitos.

Con relación a los métodos cualitativos que se han utilizado en este TFG, se han descartado algunos de ellos en un principio contemplados por otros más idóneos. Es necesario señalar las actividades que se han llevado a cabo para determinar las principales amenazas a las que se puede enfrentar una instalación militar en el extranjero frente a amenazas RAM. Estas son, resumidamente, la extensa documentación sobre la materia, la realización de entrevistas a personal experimentado (ANEXO C) y el análisis de los riesgos extraídos del estudio de dichas entrevistas (ANEXO A). Se quiere ensalzar la idoneidad de este método, por cuanto se parte de la experiencia previa de los entrevistados que arrojan una imagen fiel de los problemas a los que se enfrenta la artillería ante estas amenazas. Además, este análisis nos permite clasificar los riesgos en función de dos factores: el impacto, entendido como el nivel de daño que causa si se cumple, y la ocurrencia, definida como la probabilidad de que suceda.

También se ha utilizado la herramienta de Radar Chart¹ que nos permite comparar, simultáneamente, varias características de distintos medios.

1.5. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

La memoria del presente TFG consta de cinco capítulos diferenciados:

El primero consiste en una pequeña introducción al trabajo, donde se habla de la planificación llevada a cabo en el mismo, los objetivos principales y el alcance establecido en el proyecto, así como el ámbito de aplicación y la metodología que se ha utilizado para llevar a cabo el análisis de la información.

En el segundo capítulo se muestra una introducción a la artillería como concepto general, dando a conocer los antecedentes y el marco teórico en el que nos encontramos y las amenazas a las que responde, diferenciando entre Artillería Anti-Aérea y Artillería de Campaña. También se introduce el concepto de defensa C-RAM, realizando el estudio de los principales pilares que la integran, explicándose la secuencia de respuesta ante un ataque RAM.

Seguidamente, en el tercer capítulo, se identifican los riesgos principales a los que se puede enfrentar una base militar en el extranjero, extraídos de la información obtenida en las entrevistas, y se establecen una serie de posibles medidas para paliar sus efectos teniendo en cuenta exclusivamente los medios actualmente disponibles en nuestro país.

En el cuarto capítulo, se muestran los medios que tienen en disposición diferentes países de nuestro entorno para hacer frente a estas amenazas y se exponen las líneas futuras a seguir por parte de nuestro ejército con el objetivo de mejorar las capacidades de defensa C-RAM en un futuro.

El quinto capítulo termina con una conclusión general extraída de todo el análisis llevado a cabo a lo largo del trabajo.

Finalmente, se finaliza con la bibliografía utilizada y una serie de anexos a los que se hará referencia a lo largo del trabajo.

¹ Herramienta utilizada para comparar y mostrar gráficamente las diferencias entre múltiples variables.



2. PRINCIPIOS DE LA ARTILLERÍA

2.1. A QUÉ AMENAZAS RESPONDE LA ARTILLERÍA

Los primeros indicios de artillería datan del siglo XIV, y no fue hasta el reinado de los Reyes Católicos que se atisban las primeras señales de utilización de forma organizada. A finales del siglo XV empezaron a surgir escuelas de artillería donde especializarse en la materia. Durante las dos centurias siguientes, los progresos en la artillería seguirían en crecimiento por la necesidad de la defensa de plazas y de tráfico marítimo y puertos, dando lugar también a la creación de la artillería de costa (Medina Ávila, 2014).

Con la Primera Guerra Mundial, se crearon en Alemania las primeras armas específicamente designadas para la defensa aérea, que han ido evolucionando hasta nuestros días.

En cualquier caso, es necesario diferenciar entre Artillería de Campaña (en adelante, ACA) y Artillería Anti-Aérea (en adelante, AAA). Dependiendo de a cuál se haga referencia, las amenazas a las que se responden pueden variar, aunque, en ocasiones, resulte necesaria la integración de ambas para realizar una defensa más eficaz.

En lo que se refiere a la ACA, se centra en localizar objetivos ubicados, generalmente, a grandes distancias en la superficie, siendo la principal herramienta para batir objetivos que no pueden ser observados por el apuntador, lo que se conoce como fuego indirecto (IF). Las posibilidades que ofrece son (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2018a):

- Proporcionar al mando gran libertad de acción y velocidad de respuesta gracias a la flexibilidad en el empleo de los fuegos en cualquier condición y tiempo.
- Batir objetivos puntuales, en movimiento o incluso ocultos, así como zonas con la utilización de municiones dispersas.
- Proporcionar apoyo de fuegos en la maniobra de la fuerza para destruir, neutralizar o suprimir al enemigo, quebrantando su capacidad de combate.
- Adquisición, información y localización de orígenes de fuego y objetivos y batirlos de forma automática.
- Atacar objetivos simultáneos o programar acciones de fuego según horario preestablecido.

Por su parte, la AAA para cumplir su misión, puede realizar los siguientes cometidos fundamentales (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2016a):

- Protección de fuerzas: Se trata de mantener la capacidad de combate de las unidades desplegadas mediante la defensa del espacio aéreo en el que se encuentran.
- Defensa de zona: Los medios antiaéreos se utilizan para defender una zona del terreno como un todo, sin tener establecidas prioridades dentro de ella.
- Defensa de punto: Está dirigida a la defensa de un área de dimensiones limitadas o una instalación vital para evitar que sea destruida o dañada.

Estos cometidos están condicionados por, entre otras cosas, el tipo de amenaza a la que se pretende combatir, siendo el centro de investigación de este trabajo las amenazas RAM. Para batir esta amenaza, se lleva a cabo un uso conjunto de ACA con AAA, como, por ejemplo, en la necesidad de adquirir objetivos y batirlos en la superficie terrestre (actividad que realizaría



mayormente la ACA), y de interceptarlos y batirlos durante el vuelo y conocer su posible punto de impacto futuro, incluidas las coordenadas de su origen (tarea encaminada al uso de la AAA).

A continuación, se desarrolla dicho concepto.

2.2. AMENAZAS RAM

2.2.1. PREFACIO

Tal y como recoge Navas (2010), durante la campaña del Líbano de 2006, se calcula que unos 4.000 cohetes fueron lanzados indiscriminadamente por fuerzas paramilitares de Hezbolá sobre Israel, causando efectos catastróficos en su defensa. Este mismo autor continúa señalando que murieron 43 civiles y más de 4.000 resultaron heridos además de provocar la evacuación de más de 500.000 personas. El ataque tuvo un gran efecto desmoralizador en la población y en las tropas israelíes y sirvió para tomar conciencia de la necesidad de desarrollar un sistema de defensa capaz de hacer frente a este tipo de amenazas contra cohetes (RAM), en los nuevos escenarios de actuación asimétricos y/o híbridos que empezaban a tener lugar. Todo ello con el objetivo de que las fuerzas occidentales desplegadas poseyesen un eficaz sistema de defensa contra morteros y cohetes (Aguilar, 2010).

La creciente preocupación por occidente ante esta nueva amenaza hizo que se empezara a dar una alta prioridad al análisis de estos problemas, ante los cuales ya se había empezado a crear la iniciativa DAMA -ver 2.2.2-. El empleo de un mayor esfuerzo en este ámbito hizo que esta iniciativa evolucionase hasta el concepto C-RAM, entendido como el uso de las medidas defensivas adecuadas en cada momento para la protección de las tropas desplegadas en bases en el extranjero, proporcionándoles la tranquilidad necesaria en su adecuado descanso y recuperación para conseguir el correcto cumplimiento de la misión, así como evitar daños colaterales y el uso excesivo de medios propios.

2.2.2. ANTECEDENTES: DAMA

Para dar respuesta a esta nueva amenaza, en forma de constantes ataques de fuego indirecto sobre las fuerzas de la Alianza desplegadas en el exterior, se creó en febrero de 2005, dentro de la Iniciativa para la defensa contra el Terrorismo del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), el grupo de trabajo *Defense Against Mortar Attacks* (DAMA). En él tomaron parte 12 naciones: Bélgica, Canadá, Dinamarca, Francia, Alemania, Italia, Holanda, Noruega, Eslovenia, España, Gran Bretaña y Estados Unidos.

El primer ejército en poner en funcionamiento la defensa DAMA fue Estados Unidos, que en mayo de 2005 comenzó a apoyar sus operaciones en el exterior trasladando a Irak las dos primeras unidades PHALANX².

La defensa DAMA se sustentaba en siete pilares: (i) configurar o impedir; (ii) adquirir y seguir; (iii) alertar; (iv) interceptar; (v) proteger; (vi) responder o atacar y (vii) mando y control. Estos han sido la base del desarrollo de los siete pilares que posteriormente formarían parte de la defensa C-RAM -ver 3.2- (Dominguez Barbero, 2007).

² Radar estadounidense de impulsos Doppler de adquisición y seguimiento, cámara térmica, cañón revolver de seis tubos de 20mm y cargador con 1.550 disparos.



2.2.3. ANÁLISIS DE LOS PILARES C-RAM

Para el análisis de los pilares de la defensa C-RAM, se utiliza el marco conceptual de la OTAN que establece los siguientes aspectos o pilares fundamentales:

I. Prevención

La Prevención es el primer pilar básico de la defensa C-RAM, como señala el Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC) en el Concepto Definido (CODE) 01/04 sobre la defensa C-RAM, que lo define como: “Conjunto de acciones encaminadas a eliminar o reducir la disposición enemiga y las oportunidades de empleo de sus tácticas, técnicas y procedimientos, equipos y terreno para llevar a cabo ataques de fuego indirecto” (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014a).

Este concepto busca evitar la acción enemiga o reducir sus efectos utilizando medios como la disuasión y anticipación a sus acciones o su neutralización antes de que éstas se produzcan.

Para llevar a cabo estas acciones con eficacia, es necesario disponer de amplia información tanto del enemigo como de la zona a defender, otorgando gran importancia al estudio de la Integración Terreno-Enemigo (INTE). Con ello se consigue poder orientar los sistemas de defensa hacia las zonas de ataque más previsibles y dirigir los equipos de reacción hacia la zona más probable de origen de fuegos.

También se ha de tener en cuenta la naturaleza de los ataques, que suelen ser asimétricos³, para lo que la disuasión mediante el empleo de métodos de decepción⁴ resulta bastante útil.

II. Detección

El segundo pilar básico de la defensa C-RAM es la Detección, que se define como aquella que pretende localizar “la granada, cohete o proyectil en vuelo para disponer de una alerta temprana o estar enterado con oportunidad de que se está siendo objeto de un ataque enemigo. Es el pilar más importante ya que sin el, no se pueden acometer a tiempo las restantes acciones” (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014a).

Este pilar pretende obtener información de los lanzamientos de ataque enemigo lo antes posible. La Detección puede darse durante la trayectoria de vuelo o incluso antes de que el lanzamiento se produzca localizando el origen de fuego. Se trata del pilar más importante de la defensa C-RAM, ya que es imprescindible para la ejecución del resto de ellos.

El uso de sensores es clave en este pilar. Estos se clasifican en activos y pasivos. Los activos son aquellos que generan su propia radiación y la reciben rebotada como pueden ser los radares, mientras que los pasivos reciben radiación emitida o reflejada por la Tierra, siendo estos los medios de localización por el sonido y los medios optrónicos (Universidad de Murcia, 2019).

III. Alerta o alarma

El tercer pilar básico es Alerta o Alarma, definido como las “acciones que proporcionan en tiempo útil la notificación del ataque al personal de la zona estimada de caída, así como a la fuerza encargada de la reacción” (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014a).

³ Se trata de aquellos enfrentamientos armados en los que existen desigualdades entre las partes implicadas en cuando a medios y recursos militares se refiere.

⁴ Acciones realizadas con la intención de inducir a error al enemigo sobre las capacidades, intenciones y operaciones militares que se van a llevar a cabo.



Comprende el conjunto de acciones que se llevan a cabo para informar del ataque al personal presente en la base o instalación afectada por él. También forma parte de este pilar la fuerza encargada de dar una rápida respuesta a la ofensiva.

Se han de tener en cuenta una serie de características en el momento de ejecutar la respuesta (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2006):

- ⇒ Debe ser selectiva, afectando solo a la zona implicada en el ataque, de forma que la respuesta sea lo más eficaz posible.
- ⇒ Debe ser fiable, intentando minimizar las posibilidades de falsa alarma que puedan causar inestabilidad en el personal.
- ⇒ Debe ser oportuna, es decir, proporcionarse en tiempo útil.

Teniendo en cuenta que el tiempo de vuelo de un proyectil es reducido, el tiempo de actuación lo es aún más. Para que la alarma se produzca en el menor tiempo posible, alertando cuanto antes a las fuerzas de reacción, sería conveniente que estuviese directamente integrada con los sistemas de detección de manera directa, para así garantizar una respuesta inmediata.

IV. Interceptación

El cuarto pilar de la defensa C-RAM es la Interceptación, consistente en “evitar que una granada, cohete o proyectil en vuelo, produzca daños en la zona protegida, por medio de medidas activas que actúan sobre la propia munición atacante” (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014a).

La finalidad que se quiere alcanzar con la interceptación es evitar que el proyectil impacte en nuestra zona, ya sea actuando directamente sobre el proyectil destruyéndolo durante el vuelo, o haciendo que éste cambie su trayectoria.

Se han de tener en cuenta varios aspectos:

- ⇒ La precisión, buscando siempre hacer blanco con el objetivo consiguiendo su destrucción al primer impacto.
- ⇒ El empleo de municiones especiales.
- ⇒ El tiempo disponible de respuesta antes del impacto del proyectil.
- ⇒ Los daños colaterales, intentando evitarlos a toda costa.
- ⇒ La coordinación en el empleo del espacio aéreo, ya que es probable que la defensa de amenazas RAM no sea la única actividad que esté haciendo uso de este.

Este pilar potencia al máximo la defensa C-RAM de una base, pero también es uno de los más difíciles de conseguir, ya que implica el uso de munición específica lo que conlleva gran esfuerzo logístico, de mantenimiento y económico (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2018a).

V. Protección

El quinto pilar, la Protección, se define como las “medidas encaminadas a minimizar el daño producido por la explosión de las granadas, cohetes o proyectiles de artillería” (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014a).

El tiempo disponible para protegerse desde el momento en que suena una alarma es mínimo, por lo que deben existir zonas habilitadas para tal caso, de manera que el personal pueda refugiarse lo antes posible. Debe darse prioridad a las instalaciones con mayor concentración de personal, como comedores o dormitorios, y habilitarse abrigos con la capacidad adecuada a esa densidad. El trabajo de la unidad de zapadores es vital en este aspecto.



Otro factor a tener en cuenta, es que la protección no solo incluye la creación de zonas de abrigo, sino también el grado de instrucción del personal en una situación de alarma ante un ataque, lo que implica que se conozca con anterioridad el modo de actuación que se ha de seguir en dicha situación, realizando ejercicios prácticos y elaborando Normas Operativas Particulares (NOP,s) encaminadas a reducir el tiempo de actuación.

VI. Reacción o ataque

El pilar Reacción o Ataque viene definido como la “destrucción o neutralización de la capacidad del enemigo para poder realizar ataques posteriores” (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014a).

En esta parte de la defensa C-RAM es donde se implican directamente nuestras acciones ofensivas capaces de contrarrestar la acción enemiga, otorgándole la mayor importancia a la precisión y el tiempo de respuesta.

El tiempo es, en la Reacción, al igual que en Alerta, el factor determinante de éxito. Las granadas de mortero son lanzadas desde una distancia de entre cuatro y seis kilómetros (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2017), lo que supone un tiempo de vuelo de alrededor de cuarenta segundos, por lo que la reacción ante un ataque de estas características es muy limitada. También se ha de tener en cuenta que, una vez tirada la granada de mortero, el puesto de tiro puede cambiar de asentamiento rápidamente, reduciendo nuestro tiempo de reacción.

VII. Mando y control

El último pilar de la defensa C-RAM, Mando y Control (C2)⁵, es el que permite el planeamiento y conducción integrados de todos los demás pilares y la gestión de todos los recursos del sistema de defensa C-RAM. Este sistema debe ser específico y a la vez formar parte del sistema de mando y control del elemento defendido (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014a).

Se ha de disponer de un sistema capaz de coordinar todos los medios disponibles para la defensa C-RAM de las instalaciones. Este sistema debe cumplir los requisitos de centralidad de mando, ser capaz de integrar todos los sensores para la defensa y de dirigir y gestionar la respuesta a la amenaza. Debe de estar integrado en el centro de operaciones de la base y en su propio sistema de mando y control. Además, debido a la naturaleza de los proyectiles, también habría de integrarse con el sistema de defensa aérea de la zona de operaciones y, en su caso, con el sistema de gestión del espacio aéreo.

La necesidad de automatización y actualización de los datos a tiempo real es imprescindible, por lo que este sistema debería ser capaz de detectar el ataque y, acto seguido, activar el sistema de alarma y combatir la amenaza si el caso lo requiere, sin necesidad de la intervención de un operador en los pasos intermedios, ya que el tiempo disponible para realizar todas estas actividades es muy reducido.

Por tanto, el sistema de mando y control debe poder gestionar todos los medios que formen parte del sistema de defensa C-RAM.

⁵ Del inglés: Command and Control



2.2.4. PROCESO DE DEFENSA C-RAM

Una vez estudiados los diferentes pilares que caracterizan la defensa C-RAM, la siguiente ilustración muestra el proceso lógico que estos siguen (Pérez, 2010):

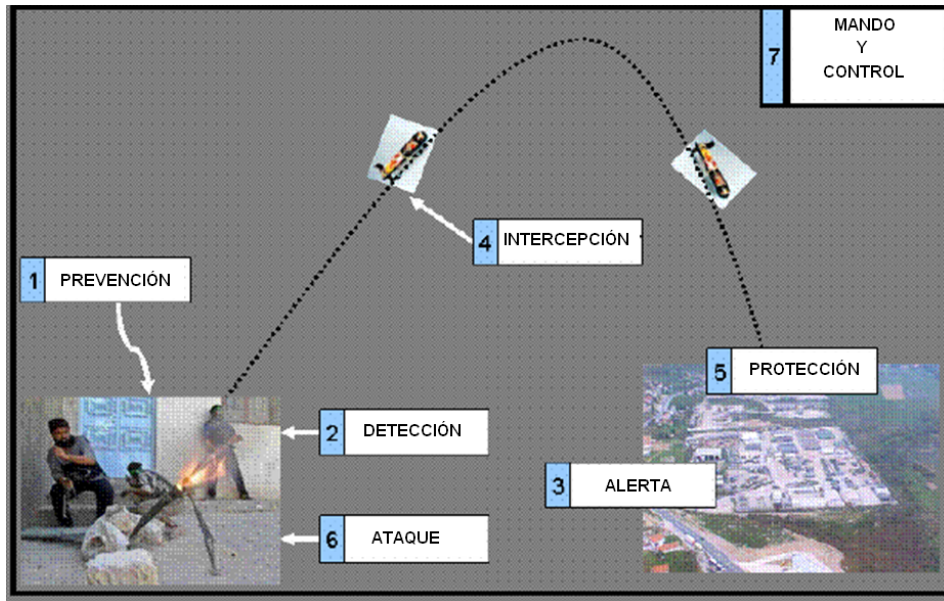


Ilustración 1: Secuencia de defensa C-RAM (Pérez, 2010)

Con las actividades de Prevención se intenta evitar el ataque antes de que ocurra, aunque no siempre es posible, por lo que las labores de Detección se encargan de localizar la amenaza en caso de producirse.

Al mismo tiempo, las acciones de Alerta son las responsables de avisar al personal que se pueda ver amenazado por el ataque, mientras que las acciones de Interceptación se ocupan de obstaculizar al proyectil mientras éste se encuentra en vuelo para reducir o evitar daños de material y de personal. De la neutralización de la amenaza se encargará el pilar Ataque. La Detección vuelve a tomar partido en este momento, mediante la adquisición de los orígenes de fuego, del punto de impacto y la realización de correcciones de tiro.

Durante todo este proceso estarán activas en todo momento las medidas de Protección, así como las gestiones que ha de realizar el sistema de Mando y Control, que se encarga de coordinar todas las actividades que se llevan a cabo durante la defensa C-RAM.



3. DESARROLLO

Una vez expuestos los pilares y secuencia de la defensa C-RAM, se van a enunciar los diferentes riesgos que se han identificado provenientes de las conclusiones extraídas gracias a la información recabada en las entrevistas (ANEXO C), para, a continuación, proponer líneas de mejora que atenúen estos riesgos identificados.

3.1. ANÁLISIS DE RIESGOS

Para resolver los problemas a los que realmente se enfrenta una unidad desplegada en el extranjero frente a amenazas RAM, se han realizado una serie de entrevistas a diferente personal experto con experiencia en este ámbito. Basándonos en los resultados, se realiza un análisis cualitativo en el que se identifica, evalúa, prioriza y se crea un plan de respuesta adecuado a los riesgos (Oficina de Proyectos, 2020).

Así, se han analizado los principales riesgos identificados gracias a la información recabada en las entrevistas, mediante una metodología impacto-probabilidad, incluida en el ANEXO A. En ella se relacionan:

- Las causas que dan lugar a los riesgos identificados.
- Los efectos que estos riesgos producen.
- El impacto, entendido como el nivel de daño que su ocurrencia puede causar.
- La probabilidad de que ocurran.
- Las alternativas que se pueden llevar a cabo para producir su mitigación.

En dicho análisis se evalúa el impacto del riesgo con las siguientes letras: L (Low), M (Medium) y H (High); y la probabilidad de ocurrencia del riesgo con los siguientes números: 1 (Bajo), 2 (Medio) y 3 (Alto). El resultado de la evaluación contiene tanto una letra (que nos indica el impacto) como un número (que nos indica la probabilidad).

Para una concepción más clara que ayude a entender esta metodología:

Impacto/probabilidad	L	M	H
1	1L: Impacto y probabilidad bajas	1M: Impacto bajo, probabilidad media	1H: Impacto bajo, probabilidad alta
2	2L: Impacto medio, probabilidad baja	2M: Impacto y probabilidad medios	2H: Impacto medio, probabilidad alta
3	3L: Impacto alto y probabilidad baja	3M: Impacto alto, probabilidad media	3H: Impacto y probabilidad altas

Tabla 1: Resumen de la puntuación del análisis de riesgos. Elaboración propia

De los resultados de las entrevistas, mayormente de la pregunta: “¿Cuáles son los principales riesgos que podemos encontrarnos basándonos en las posibles amenazas y nuestras capacidades?” (ANEXO C), se han identificado los siguientes tipos de riesgos significativos de las amenazas RAM en instalaciones militares en el extranjero:

- 1) No detección, al realizar un disparo en una zona ciega del radar: clasificándose con un nivel 3H, con un impacto y una probabilidad alta. Esto provoca que el disparo enemigo no sea detectado por el sistema radar, proponiéndose como medidas la



mejora del sistema radar, cruzar sectores o la complementación con otros sistemas de vigilancia.

- 2) No detección, debido a unas malas condiciones meteorológicas: se clasifica con un nivel 1H, de impacto alto y probabilidad baja. Al igual que el riesgo anterior, supondría la no detección del disparo enemigo por parte de nuestros radares, y se propone la complementación con otros sistemas de vigilancia.
- 3) Retraso en dar la alarma, debido a la falta de instrucción del personal: se clasifica con un nivel 3H, de alto impacto y probabilidad. Compromete la seguridad del personal al tener una reacción tardía ante un ataque enemigo, exponiéndose a un mayor riesgo de sufrir daños físicos. Se propone realizar una mayor instrucción al personal y la integración de la alarma en el detector.
- 4) Cansancio del personal, debido al gran desgaste sufrido al llevar a cabo un sistema de alertas 24h: se clasifica con un nivel 2L, de impacto bajo y probabilidad media. Esto provoca la pérdida de eficiencia en la respuesta ante una amenaza, proponiéndose la revisión y mejora de la planificación de los turnos.
- 5) Falta de entendimiento entre ejércitos, debido a problemas surgidos por la diferencia en el idioma y con la ineficiente integración entre ejércitos: se clasifica con un nivel 2M, de impacto y probabilidad media. Puede causar un retraso en el momento de recibir ayuda ante un ataque enemigo debido a la falta de entendimiento entre ejércitos. Se propone una mejora del nivel de idiomas de los operadores y la integración con ejércitos de otros países.
- 6) Falta de precisión, debido a la falta de actualización de los medios: se clasifica con un nivel 2H, de impacto alto y probabilidad media. Esto puede causar daños colaterales a personal o instalaciones civiles. Se propone como medida la actualización y mejora constante de los medios propios.
- 7) Resultados confusos, debido a la imposibilidad de discriminar los resultados obtenidos por los medios de detección: se clasifica con un nivel 1L, de impacto y probabilidad bajos. Esto puede provocar la confusión de datos por parte de los operadores. Se propone una mejora en la instrucción de estos.

En la siguiente tabla resumen se puede ver todo lo anteriormente explicado:

ID	Descripción riesgo	Categoría riesgo	Causa del riesgo	Impacto (H,M,L)	Probabilidad (1,2,3)	Clase riesgo
1	No detección.	Detección	Disparo en zona ciega del radar.	H	3	3H
2	No detección.	Detección	Malas condiciones climatológicas.	H	1	1H
3	Retraso en dar la alarma.	Alerta o alarma	Falta de instrucción del personal.	H	3	3H
4	Cansancio del personal.	Reacción	Debido al gran desgaste que se sufre en un sistema de alertas 24h.	L	2	2L
5	Falta de entendimiento entre ejércitos.	Mando y control	Problemas lingüísticos y falta de integración con otros ejércitos.	H	2	2H
6	Falta de precisión.	Reacción o ataque	Falta de actualización de nuestros medios.	H	2	2H
7	Resultados confusos.	Mando y control	Imposibilidad de discriminar los resultados obtenidos por los medios de detección.	L	1	1L

Tabla 2: Tabla resumen de análisis de riesgos. Elaboración propia



Los requisitos exigidos son que los riesgos valorados con nivel alto (3H/3M/2H) no deben suponer más de un 15% del total, por lo que se focalizará el estudio en paliar los efectos negativos de estos, realizando un análisis más en profundidad en el siguiente apartado. A continuación, se puede observar en la Tabla 3 la clasificación de los riesgos según su clase:

Clase riesgo	Número	Porcentaje
Crítico	2	28,6
Alto - medio	2	28,6
Medio	2	28,6
Bajo	1	14,3
Total:	7	100,0

Tabla 3: Clasificación de riesgos según su clase. Elaboración propia

Tras la realización del análisis, se puede observar que existe un gran porcentaje de riesgos de nivel alto (66,6%), por lo que se puede concluir que las capacidades de defensa RAM que se poseen actualmente son insuficientes para hacer frente a estas amenazas. En el punto 3.2 se propondrán mejoras para los riesgos que están clasificados como altos.

3.2. SOLUCIONES PROPUESTAS

A continuación, con base en la información recabada en las entrevistas, en especial a las respuestas obtenidas a la pregunta de: “¿Qué mejoraría?” (ANEXO C), y la información obtenida gracias a la consulta de diferente bibliografía especializada que se ha llevado a cabo durante la realización de este trabajo, se exponen las alternativas propuestas a aquellos riesgos que han supuesto un nivel alto (3H/3M/2H):

3.2.1. NO DETECCIÓN

Para paliar las deficiencias encontradas en la capacidad de detección de la defensa C-RAM, se propone el uso conjunto y coordinación de los siguientes sistemas que el ejército español posee actualmente en dotación:

- Radar ARTHUR (Anexo B)

Según el Manual de Instrucción MI-308 del radar ARTHUR (Artillery Hunting Radar), este radar es un “sistema de localización de armas Weapon Locating System (WLS) de alcance medio y muy móvil.”



Ilustración 2: Radar en posición de trabajo. (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2018b)

Como sigue indicando este Manual de Instrucción MI-308, es apto para realizar contrabatería y para el control de fuegos, ya que es capaz de calcular y transmitir a las unidades propias la ubicación de los orígenes de fuego y del punto de impacto. Tiene un alcance máximo de 40km y puede seguir hasta ocho objetivos simultáneos mientras realiza la búsqueda. Después de realizar el seguimiento, calcula la trayectoria y la posición del origen de fuego y del impacto, prioriza los blancos de la artillería y envía una petición inmediata a ésta.

Tiene un sector de búsqueda de 1600 milésimas artilleras⁶ y una zona ciega de entre 2,7 y 2,9 kilómetros, por lo que se recomienda el uso de los radares de forma que solapen sectores para cubrir dichas zonas ciegas tal y como continúa señalando el Manual de Instrucción MI-308.

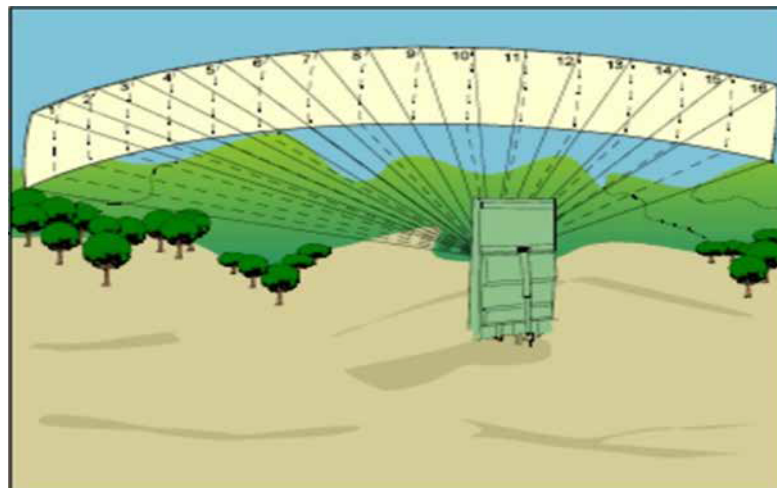


Ilustración 3: Sectores del radar. (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2018b)

⁶ 1600^{oo} = 90°



- Sistema HALO (Anexo B)

El sistema HALO⁷ (Hostile Artillery Locating System) es un sistema de localización por sonido, que, mediante el uso de puestos sensores (SP⁸), detectan la onda acústica que genera el disparo o explosión. Los datos son enviados al puesto de mando del sistema (CP⁹) y de allí son transmitidos a tiempo real a las unidades correspondientes (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2018c).

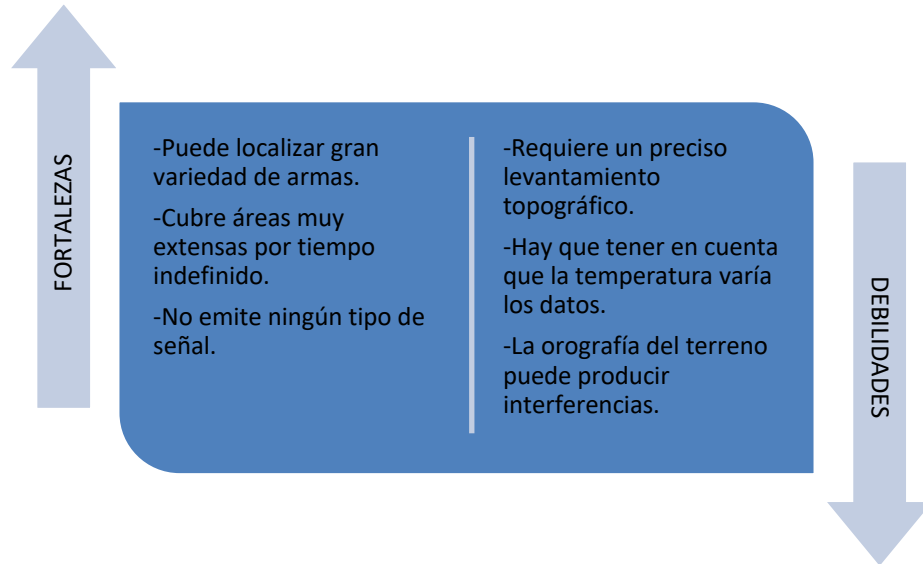


Figura 2: Fortalezas y debilidades del sistema HALO. Elaboración propia

El despliegue del sistema dependerá fundamentalmente de la misión que se le asigne, siendo altamente válido tanto para acciones ofensivas como para acciones defensivas, así como para la defensa de bases (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2016b).

- RPAS

Gracias a los avances tecnológicos, se ha permitido la aparición de nuevos elementos en el espacio aéreo, los denominados RPAS¹⁰ (Remotely Piloted Aircraft Systems) (Dirección de Armamento y Material, 2015).

Su uso proporciona una gran ayuda para la detección de los medios enemigos, en especial en los casos en los que no se tiene buena visibilidad de la posición del adversario o del elemento que se quiere batir, o cuando su localización supone un grave peligro para su integridad física.

A modo de ejemplo, nuestras Fuerzas Armadas adquirieron en 2017 unidades Atlantic y Tucán (Avion Revue Internacional, 2017).

A continuación, se muestra una tabla en la que se resumen las principales características de estos dos sistemas:

⁷ En español: Sistema de localización de artillería enemiga

⁸ Del inglés: Sensor Post

⁹ Del inglés: Command Post

¹⁰ En español: Sistemas de Aeronaves Pilotadas Remotamente



RPAS	<i>Tucán. (SCR, 2021^a).</i>	<i>Atlantic I (SCR, 2021^b).</i>
		
CLASE	Clase I	Clase I
PESO	5 kg	50 kg
VELOCIDAD MÁXIMA	100 km/h	170 km/h
AUTONOMÍA	90 min	5 h
ALCANCE	25 km	100 km
MISIONES	ISTAR ¹¹ inspección de infraestructuras, fotogrametría, medioambiente.	ISTAR,
CARACTERÍSTICAS	<p>Mini RPAS de reducida firma sonora que puede ser lanzado a mano o con un pequeño lanzador.</p> <p>Posibilidad de integrar cargas giro-estabilizadas.</p> <p>Puede ser recuperado por paracaídas en caso de emergencia.</p>	<p>RPAS de medio alcance y alto rendimiento diseñado para una respuesta de operación rápida.</p> <p>Requiere la operación de dos personas, pudiendo ser lanzado tanto en pista de vuelo como en catapulta.</p> <p>Puede ser recuperado por paracaídas en caso de emergencia.</p> <p>Permite la integración de sensores EO/IR¹², radioeléctricos, radar, etc.</p>

Tabla 4: Resumen de las características de los RPAS en dotación. Elaboración propia.

¹¹ ISTAR: Reconocimiento, localización de objetivos, vigilancia e inteligencia.

¹² Electronic-Optical/Infra-Red



- Medidas de Guerra Electrónica (EW¹³)

Un factor importante para el éxito de las operaciones militares es el uso del entorno electromagnético en su beneficio, al tiempo que se previene o mitiga su utilización por parte del enemigo.

Las Medidas de Apoyo Electrónico (ESM¹⁴) comprenden varias actividades que resultan claramente útiles para la defensa C-RAM, en tanto que ayudan a la localización y obtención de coordenadas enemigas:

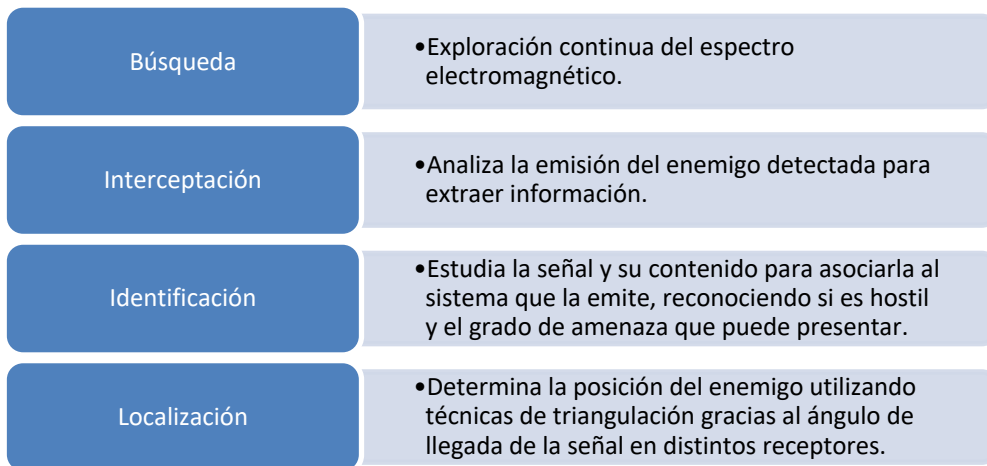


Figura 3: Actividades que realizan las ESM. Elaboración propia. (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014b)

Al mismo tiempo que se utiliza la EW para localizar e identificar al enemigo, también existen Contramedidas Electrónicas (ECM¹⁵) que atacan la capacidad de combate del adversario. Se emplean temporal o permanentemente para degradar, perturbar, negar, engañar o neutralizar al enemigo, impidiendo u obstaculizando el uso de sus equipos y sistemas electrónicos.

Se ha de tener en cuenta que el enemigo también puede ser capaz de utilizar medidas de guerra electrónica contra nuestras tropas, por lo que se adoptan unas Medidas de Protección Electrónica (EPM¹⁶).

Estas medidas pueden ser, según el empleo que hagan de ellas las fuerzas propias, (i) técnicas, en las cuales se incorporan dispositivos técnicos a nuestros sistemas que dificulten su detección por parte del enemigo; (ii) tácticas, aplicadas por los jefes de unidad, en las cuales se evita realizar emisiones perpendiculares al frente y asentar en puntos característicos; y (iii) de procedimiento, donde se recogen las normas de uso de los medios electrónicos utilizados en las posibles ESM y ECM del enemigo.

Según la detección por el adversario, pueden ser activas y pasivas. Las medidas activas son detectables, como pueden ser la alteración de parámetros o el uso de repetidores. En cambio, las pasivas no son detectables, tratándose de aquellos procedimientos operativos que pretenden asegurar el uso eficaz del espectro electromagnético por parte de nuestras tropas (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014b).

¹³ Del inglés: Electronic Warfare.

¹⁴ Del inglés: Electronic Support Measures.

¹⁵ Del inglés: Electronic Counter Measures.

¹⁶ Del inglés: Electronic Protection Measures.



- Conclusiones

Con el uso conjunto de los medios anteriores, se consigue una capacidad de detección adecuada ante la defensa C-RAM, disminuyendo el nivel de riesgo que hasta ahora se posicionaba en 3H, a un nivel 2M.

A estos efectos, se ha realizado un Radar Chart¹⁷ donde se muestra la combinación de las características de los diferentes medios que, en su uso conjunto, cubren con satisfacción los objetivos establecidos.

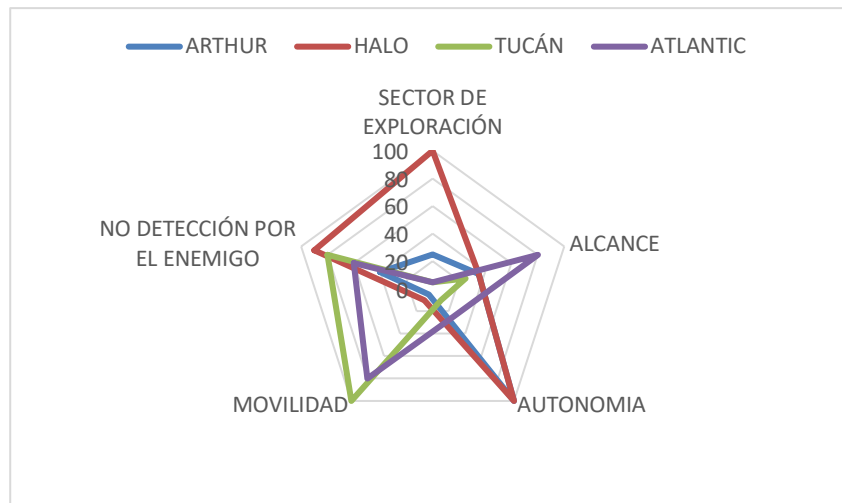


Figura 4: Radar Chart de los medios de detección. Elaboración propia

Queda, sin embargo, como principal punto débil el alcance. El RPAS Atlantic puede cubrir en parte esta característica, pero al ser una aeronave, tiene la limitación de solo poder ser empleada en una dirección, además de tener bajo grado de autonomía, por lo que el alcance está limitado en tiempo y espacio. Es decir, solo sería posible la detección en una sola dirección y durante un periodo de tiempo bastante limitado.

3.2.2. RETRASO EN LA ALARMA

El origen de este riesgo viene del pilar Alarma de la defensa C-RAM, para lo que se proponen las siguientes soluciones con el objetivo de mejorar esta capacidad:

- Mayor instrucción del personal

Con el objetivo de minimizar el tiempo de respuesta ante un posible ataque, se propone la realización de actividades de prevención y preparación para mejorar la instrucción del personal en caso de emergencia (Celler & Castillo, 2011).

A mi juicio, y basándome en las actividades de prevención y preparación que llevan a cabo otros ejércitos e instituciones, así como por los anteriores autores Celler y Castillo, la instrucción debe abarcar varios campos:

- a) Preparación de equipos o herramientas requeridas: el personal deberá llevar en todo momento su equipo de protección individual (casco y chaleco) durante su turno de guardia, así como tener preparado el material necesario para hacer frente a la amenaza.

¹⁷ Gráfica de Radar o Diagrama de Araña: Herramienta que permite mostrar visualmente las diferencias entre varios medios.



- b) Capacitación: sería necesario la realización de evaluaciones que certifiquen al personal la capacidad de reaccionar a una alarma, evitando la existencia de operarios que supongan un peligro para sí mismos y para la seguridad de la base.
- c) Divulgación: la divulgación de correos electrónicos o la realización de reuniones será necesaria para la continua formación de los operarios. Así mismo, el uso de pancartas informativas y explicativas sobre el modelo de evacuación debería ser extendido en toda la base para facilitar al personal la reacción ante la amenaza. El personal debe tener claro las acciones que se han de llevar a cabo, así como la localización de los puntos de evacuación y/o búnkeres presentes en la base en la que se encuentren.
- d) Revisiones y actualizaciones: las revisiones y actualizaciones del plan de emergencia se realizarán anualmente con el objetivo de realizar cambios en caso de que sea necesario. En el supuesto de emergencia real, el plan también será revisado tras el suceso teniendo en cuenta las posibles carencias que hayan podido tener lugar durante la alarma.
- e) Simulacros: se realizarán simulacros de forma periódica, tanto premeditados como sorpresa, con el objetivo de conseguir una óptima preparación del personal, con la posterior redacción de un informe que recoja los posibles fallos que se hayan podido cometer durante dicho simulacro.

- Alarma integrada al detector

La difusión inmediata de la alerta es vital para conseguir una disminución en la probabilidad de bajas propias, debido a que el tiempo del que se dispone para reaccionar es muy escaso. Por ello se debe ganar tiempo de todas las maneras posibles, haciendo que la integración de la alarma en el detector sea una condición prácticamente indispensable.

Se consigue así ganar el tiempo que perdería el operador desde que recibe el aviso de detección hasta que activa la alarma.

- Conclusiones

Con la mejora de la instrucción del personal realizando simulacros periódicamente y el uso de un detector que posea la alarma integrada, tal y como se ha recogido en las respuestas a la pregunta “¿Qué mejoraría?” (ANEXO C), disminuiría el nivel de riesgo, consiguiendo que el nivel de riesgo pase de 3H a nivel 2M.

3.2.3. FALTA DE ENTENDIMIENTO

El tercero de los riesgos analizados tiene relación con las complicaciones que pueden surgir por la falta de coordinación, integración del lenguaje o modo de trabajar que tiene nuestro ejército con el de otros. Para ello, se espera la integración española al programa Artillery Systems Cooperation Activities¹⁸ (En adelante, ASCA) concepto y proceso que se analiza en profundidad a continuación:

- Integración en el ASCA

Según el manual de usuario de utilidad ASCA de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) perteneciente al Ministerio de Defensa (MINISDEF), el concepto ASCA se define como el “protocolo de intercambio de información basado en mensajes textuales que permite la interoperabilidad multinacional en actividades de cooperación con sistemas de artillería” (Dirección General de Armamento y Material, 2020).

¹⁸ Del inglés, Actividades de Cooperación de Sistemas de Artillería



Se trata de un interfaz que emplea medios digitales para interconectar los sistemas de mando y control de los apoyos de fuego de cada una de las naciones participantes, lo que evita dificultades de comunicación debidas a la barrera idiomática y a las diferencias doctrinales.

Los países propulsores de este programa fueron Alemania, Estados Unidos, Francia, Italia y Reino Unido. La búsqueda de la interoperabilidad entre sus sistemas de mando y control fue lo que dio lugar a esta iniciativa.

Para que una nación pase a formar parte del programa, debe primero llevar a cabo una serie de pasos (Gómez-Armero Fernandez, 2020):

En primer lugar, tiene que mostrar su interés por formar parte del programa mediante el remite de una carta, para poder adquirir el estatus de *nación interesada*. Los miembros de la OTAN pueden adquirir este estatus de manera automática. Los países que no pertenecen a la OTAN pueden conseguirlo mediante propuesta de alguno de los países miembro.

A continuación, se pasa a ser *nación observadora* por decisión nacional, pudiendo participar como países observadores en las reuniones celebradas periódicamente, donde podrán conocer los requisitos que han de cumplir para seguir avanzando en el proceso de integración.

El siguiente paso es convertirse en *nación patrocinada*. Con este estatus se puede participar en las reuniones periódicas al igual que las naciones miembros. En estas reuniones se constituyen tres subcomités: subcomité operativo, subcomité tecnológico y el subcomité de pruebas.

Finalmente, se adquiere el estatus de *nación miembro*, para lo cual es necesario el cumplimiento de una serie de requisitos técnicos, que serán comprobados por los diferentes subcomités, así como la realización de unas pruebas de interoperabilidad con la nación por la que es patrocinada y con una tercera nación que sea miembro pleno del programa. La integración termina con la realización de un ejercicio de fuego real.

Actualmente, España se encuentra a la espera de poder cumplimentar el último requisito para pasar a ser país miembro, tratándose de la realización del ejercicio de fuego real, previsto para 2020 pero que fue retrasado debido a la pandemia.

Una vez constituida España como país miembro, podrá participar en todos los procesos que se lleven a cabo, así como actuar como patrocinador de nuevos países que soliciten el ingreso en el programa.

- Conclusiones

En base a las respuestas obtenidas a la pregunta: “¿En qué aspectos cree que la integración española en el ASCA sería beneficiosa?” (ANEXO C), con la integración española en el programa ASCA se consigue mejorar la capacidad de coordinación y comunicación entre ejércitos, disminuyéndolo desde un nivel 2H a un nivel 1L, consiguiendo así el requisito establecido en el análisis de riesgos de mitigar aquellos que supongan un riesgo de nivel alto.

3.2.4. FALTA DE PRECISIÓN

Para paliar una posible falta de precisión, se recomienda el conocimiento por parte del personal de los métodos y los medios que a continuación se exponen, una constante actualización de estos y el uso de observadores de fuego y RPAS.

Se puede observar que en los pilares Detección y Reacción o Ataque, muchos de los medios involucrados coinciden, ya que para llevar a cabo el ataque de forma precisa es imprescindible el uso de radares de detección para la obtención de las coordenadas de los orígenes de fuego, o de los RPAS que nos proporcionen las coordenadas de los objetivos a batir.



Existen también medios productores de fuego que llevan ya integrados equipos que nos permiten conocer las coordenadas de los objetivos y realizar correcciones sobre el tiro, como es el caso del OBÚS 155/52.

A continuación, se exponen los medios y actividades recomendadas para la mejora en la precisión del tiro, con el objetivo de evitar, en la medida de lo posible, daños colaterales a personal e infraestructuras civiles:

- RPAS

Los RPAS (ver 3.2.1) pueden participar en el ciclo de Targeting¹⁹, facilitando y mejorando en su uso conjunto con los diferentes radares, la localización de los objetivos u orígenes de fuego, por cuanto son capaces de obtener información en tiempo real de forma gráfica y referenciada.

Pueden disponer de un equipo designador láser, que genere la correspondiente petición de fuego al medio productor de fuego a la vez que desempeña la función de observador de las acciones de fuego. Una vez realizada la acción de fuego, pueden realizar la valoración de los daños tanto físicos como estructurales que se han causado, todo ello sin poner en riesgo al personal propio al ser manejados remotamente.

- Instrucción

Los operadores de los elementos de puntería de las piezas encargadas de realizar el tiro deben poseer la formación suficiente para evitar a toda costa posibles errores humanos en el momento de apuntar la pieza. Para ello se recomienda la instrucción diaria en simuladores, o en las propias piezas con objetivos simulados de forma que sean capaces de apuntar la pieza con precisión y en el tiempo mínimo necesario.

- Obús 155/52 SIAC (Anexo B)

Se trata de una pieza de artillería remolcada con un calibre de 155 mm y una longitud de 52 calibres con una Unidad Auxiliar de Potencia (APU²⁰) que le permite moverse por el terreno de forma autónoma. Puede disparar una amplia gama de proyectiles con un alcance de hasta 40 km (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014c).

Dispone de un sistema de navegación, control de fuego y puntería automática, que permite a la pieza controlar su posición sobre el terreno, realizando los cálculos necesarios para realizar el tiro una vez conocidas las coordenadas del objetivo.

Como sigue indicando el manual citado anteriormente, lleva integrado una serie de sensores que le permiten conocer la posición de la pieza en todo momento, así como conocer los datos respectivos al tiro para realizar los correspondientes cálculos balísticos y corregir la posición de la pieza para materializar la puntería, tanto en puntería directa como en puntería indirecta.

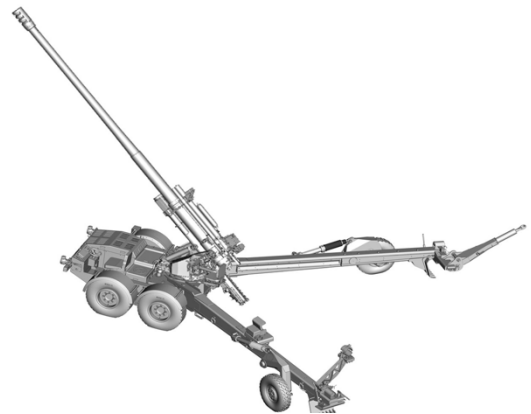


Ilustración 4: Obús 155/52 SIAC en posición de tiro. (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014c)

¹⁹ El Targeting es el proceso por el que se priorizan y sincronizan las acciones necesarias sobre determinados objetivos para lograr los efectos que contribuyan a cumplir la misión. (Academia de Artillería, 2021)

²⁰ Por sus siglas en inglés, Auxiliary Power Unit.



- Radares y otros sistemas

Para la obtención de coordenadas precisas de objetivos y orígenes de fuego, se recomienda el uso de radares ARTHUR -ver 3.2.1- junto con el sistema HALO de localización por sonido.

- Conclusiones

Con el uso conjunto de los diferentes sistemas disponibles capaces de obtener información y unas coordenadas precisas de los objetivos y/o orígenes de fuego, así como la mejora en la instrucción de los operadores de los elementos de puntería de los medios productores de fuego, información recabada gracias a las entrevistas a personal de artillería experimentado en la materia y el proceso de documentación llevado a cabo en este trabajo, se consigue reducir el nivel de riesgo 2H a un nivel 1M.

3.3. RESUMEN DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS

Tras haber realizado el análisis de riesgos y haber establecido diferentes propuestas orientadas a la mitigación de estos, se puede volver a calificar el nivel de riesgo de estos quedando como sigue:

Descripción riesgo	Clase riesgo	Medida / Alternativas	Clase riesgo tras medida
No detección.	3H	Mejorar el sistema radar, cruzar sectores o complementar con otros sistema de vigilancia.	2M
No detección.	1H	Complementar con otros sistema de vigilancia.	1M
Retraso en dar la alarma.	3H	Mejorar la instrucción del personal.	2M
Cansancio del personal.	2L	Mejor planificación de los turnos.	1L
Falta de entendimiento entre ejércitos.	2H	Integración española en el ASCA.	1L
Falta de precisión.	2H	Actualización y mejora de los medios propios.	1M
Resultados confusos.	1L	Mejorar la instrucción de los operadores.	1L

Tabla 5: Tabla resumen de nivel de riesgos tras medidas.
Elaboración propia

Clase riesgo	Número	Porcentaje
Crítico	0	0,0
Alto - medio	0	0,0
Medio	4	57,1
Bajo	3	42,9
Total:	7	100,0

Tabla 6: Tabla resumen del porcentaje de riesgos tras medidas.
Elaboración propia

Se cumple así el criterio establecido para el que los riesgos valorados con nivel alto (3H/3M/2H) no deben suponer más de un 15% del total, ya que el porcentaje total de riesgos con nivel alto es ahora del 0%.

Como podemos ver en la tabla, el porcentaje total de riesgos valorados con nivel alto se sitúa en el 0 %.

Con nivel medio pasamos a tener 4 riesgos, que suponen el 57,1% del total.

Por último, tenemos 3 riesgos con nivel bajo, siendo estos el 42,9% restante.



4. ALTERNATIVAS DE OTROS PAÍSES, LÍNEAS FUTURAS PROPIAS Y CONCLUSIONES GENERALES

4.1. CAPACIDADES DE OTROS PAÍSES Y SU VISIÓN DE FUTURO

A continuación, se exponen las alternativas y los diferentes medios adoptados por países de nuestro entorno para afrontar los riesgos anteriores, así como algunas de sus propuestas de mejora, con el objetivo de que sirvan de referencia para una posible actualización y/o renovación de los medios propios.

4.1.1. ESTADOS UNIDOS

Para hacer frente a las amenazas C-RAM, Estados Unidos cuenta fundamentalmente con baterías formadas por el sistema de Mando y Control Avanzado de Defensa Aérea (FAADC²¹), el sistema de alerta WAVES²² y el sistema PHALANX:

- Sistema FAADC2: Sistema de Mando y Control que es capaz de dar al correspondiente sistema de armas, sin necesidad de intervención humana, la orden de disparar en la dirección y el sentido correctos con el objetivo de anular la amenaza detectada (González, 2021).
- Sistema de alerta WAVES: Alerta de manera sonora y visual al personal que se encuentra tanto en la zona defendida como en la zona de impacto de la amenaza ya sea mediante ordenador, radio o teléfono. También puede establecer comunicaciones con la población civil o agencias externas como la Cruz Roja de forma segura (Motorola, 2015).
- Sistema Phalanx: Utiliza un cañón de seis tubos y dispone de dos radares situados encima del cañón. El primero se trata de un radar de búsqueda con 18km de alcance que proporciona rumbo, distancia, altura y velocidad del blanco. El segundo se encarga de seguir al blanco hasta que el sistema decide el momento óptimo para realizar el disparo (Navarro, 2020).

Este país también está en proceso de desarrollo de un sistema C-RAM basado en tecnología láser para cubrir con más eficacia el pilar Intercepción. Con este sistema se conseguiría una disminución en el coste del disparo y una mayor precisión. Sin embargo, presenta limitaciones causadas por la meteorología, el humo y el polvo (Mando de Adriestramiento y Doctrina, 2014a). La alternativa es su sustitución por los cañones 35/1000 “Skyshield”.

Con respecto al pilar Ataque, utiliza municiones de tipo PGM²³ como el sistema “Excalibur”, proyectil de artillería de precisión de gran alcance que integra un sistema de guiado GPS y superficies aerodinámicas móviles en un proyectil convencional de 155mm (Navarro García, 2019).

²¹ Del inglés: Forward Area Air Defence Command and Control

²² Del inglés: Wireless Audio-Visual Emergency System.

²³ Del inglés: Precision Guide Missile



En sus líneas futuras, el ejército americano apuesta por el programa ERCA (Extended Range Cannon Artillery) que implica un tubo más largo en los cañones autopropulsados (ATP) y el empleo de un nuevo proyectil con un alcance de más de 70 km. También el programa PIM (Paladin Integrated Management), que pretende mantener y mejorar las prestaciones del Obús M109A7 Paladin, dotándolo de municiones con mayor alcance. En este sentido, EE. UU. está desarrollando la integración de cañones electromagnéticos que disparen proyectiles con velocidades tres veces mayor que la actual y que sean capaces de batir objetivos terrestres y aéreos como RPAS, misiles balísticos y proyectiles de artillería. Con respecto a los obuses ultraligeros, el obús M777 está evolucionando a su versión A2 que proporciona una cobertura de 360°, es lanzable en paracaídas y posee un tubo más largo, consiguiendo duplicar el alcance (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2020a).

En cuanto a material de vigilancia y adquisición de objetivos, esta misma fuente expone que las investigaciones de EEUU van encaminadas a la adquisición de objetivos en profundidad, destacando: el Multidomain Sensing System (MDSS²⁴), que tiene como propósito apoyar al targeting y participar en las capacidades de EW; el programa TITAN, que facilitaría la aplicación de los fuegos de dominio cruzado con menor número de medios; y el sistema Transponder Landing System (TLS)²⁵, el cual proporciona capacidad de adquisición de objetivos en profundidad.

Recientemente, se ha podido ver en una situación real, el uso por parte de EEUU de su sistema C-RAM durante la operación de evacuación llevada a cabo en Afganistán el pasado agosto, concretamente en el aeropuerto de Kabul. Esta “cúpula americana” (basado en el Iron Dome israelí -ver 4.1.4.-) basada en el sistema Phalanx y el FAADC2, interceptó con éxito un cohete lanzado por el Estado Islámico (González, 2021).

4.1.2. PAÍSES EUROPEOS

Reino Unido no tiene material específico de defensa C-RAM (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2020a), pero utiliza para tal fin el radar LCMR²⁶ unido al cañón Phalanx, así como sistemas de detección por el sonido. Focalizan su trabajo en la automatización de las capacidades SENSE&WARN²⁷, ya que sus experiencias previas les han hecho ver que sus acciones en el pilar Intercepción no eran del todo efectivas. Con la potenciación de estas capacidades se consigue reducir un 75% la probabilidad de bajas en operaciones. Además, están a la cabeza de los trabajos de un Smart Defence Project on C-RAM, donde definen los requerimientos y el Concepto de la Operación (CONOPS)²⁸ de C-RAM. También está desarrollando el obús ATP de 155mm MFP que proporcionará capacidad de fuego las 24h del día, así como incorporar el cañón electromagnético consiguiendo alcances de 1500km (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2020a).

²⁴ Sistema de Detección de Múltiples Dominios.

²⁵ Sistema de Aprendizaje con Transpondedor.

²⁶ Del inglés: Light Counter Mortar Radar

²⁷ Detección y alerta temprana.

²⁸ Del inglés: Concept of Operations.



Siguiendo la línea de Reino Unido, Francia centra su atención en potenciar sus capacidades SENSE&WARN, para ello utiliza el GA-10 (Ground Alerter). Se trata de un radar de 10km de alcance que proporciona una protección automática 24 horas al día, 7 días a la semana. El sistema calcula un punto de impacto una vez detectada la amenaza, momento en el que empiezan a sonar las sirenas y a parpadear para alertar al personal presente en la zona, proporcionándoles unos 30 segundos de reacción (THALES, 2021).



Ilustración 5: Radar GA-10. (THALES, 2021)

Alemania posee en dotación el sistema MANTIS (Modular, Automatic and Network-capable Targeting and Interception System). Se trata de un sistema de protección de defensa aérea de muy corto alcance, totalmente automatizado y que emplea munición AHEAD²⁹. Está diseñado para detectar, rastrear y disparar proyectiles dentro de un rango cercano a la base. Representa una parte importante del futuro programa integral de defensa aérea SysFla³⁰ (Facultad de Ingeniería del Ejército, 2021). El desarrollo de cañones ATP sobre ruedas está siendo centro de investigación del país.



Ilustración 6: Sistema MANTIS. (Army Technology, 2019)

²⁹ Munición inteligente, la cual permite la graduación de la espoleta de impacto de manera automática a la salida de la boca del cañón según la distancia del blanco.

³⁰ Del inglés: System Flugabwehr.



Además, según indica el libro sobre Tendencias de la Artillería del Mando de Adiestramiento y Doctrina (2020), en el marco de la UE, dentro de los proyectos europeos de la Cooperación Estructurada Permanente (PESCO³¹), se quiere desarrollar una plataforma de artillería móvil de precisión que ayude a alcanzar los requisitos de capacidades de combate en las operaciones militares.

4.1.3. OTAN

En los dos apartados anteriores se ha podido observar los avances y las líneas de actuación que están llevando a cabo los países de nuestro entorno, todos ellos pertenecientes a la OTAN.

La Organización dispone de un equipo de expertos C-RAM incluido en el Grupo Conjunto de la Defensa Aérea Terrestre (JCG on GBAD)³², el cual expone la necesidad de interconexión y coordinación de los países integrantes y de otros organismos para potenciar las capacidades de protección incluidas en el concepto “Smart Defence” que busca estrechar la colaboración de las naciones en el desarrollo de capacidades militares, minimizando duplicidades y maximizando los recursos (Acuña Calviño, 2013).

Para ello se quiere llevar a cabo una revisión periódica de la amenaza, así como la revisión y actualización de los medios que se utilizan para tal fin, con el objetivo de identificar los puntos débiles y promover propuestas de mejora. También se pretende estandarizar una doctrina común para facilitar la interoperabilidad entre naciones, ejemplo de ello el programa ASCA. -ver 4.3-

4.1.4. ISRAEL

A partir de la guerra israelí contra Hisbulá en 2006, donde se lanzaron miles de cohetes contra Israel dando lugar a decenas de muertes y gran número de daños, este país comenzó a desarrollar una tecnología que fuese capaz de hacer frente a este tipo de amenaza, dando lugar en 2011 a la Cúpula de Hierro (Gómez Díaz, 2021).



Ilustración 7: Cúpula de Hierro interceptando cohetes lanzados desde la Franja de Gaza hacia Israel. (Hurtado, 2021)

³¹ Por sus siglas en inglés: Permanent Structure.Cooperation.

³² Del inglés: Joint Capability Group on Ground Based Air Defence.



Este sistema (Vaquero, 2021), también conocido como Iron Dome, es capaz de interceptar cohetes, artillería y morteros lanzados por el enemigo desde su origen, en un radio de 4 a 70 km y en toda condición climatológica, además de calcular la trayectoria y el objetivo, pudiendo decidir no batirlo en caso de que vaya a caer en el desierto, o enviar otro misil para interceptarlo y eliminarlo en caso de que su caída esté prevista en zonas habitadas.

La prueba más reciente de su eficacia, fue la actuación el pasado mayo de 2021 ante el lanzamiento de unos 1.000 cohetes por parte de un grupo de palestinos de Gaza, donde entre el 90-95% de estos ataques fueron interceptados (Hurtado, 2021).

4.2. LÍNEAS FUTURAS

Desde hace unos años, el Ejército de Tierra comenzó a desarrollar el programa “Fuerza 35” (Ejército de Tierra, 2019), liderado por el Jefe de Estado Mayor de la Defensa (JEMAD). Su finalidad es llevar a cabo una actualización y renovación de medios, materiales y procesos de forma gradual, así como la adopción de nuevos métodos de trabajo que faciliten la integración de las fuerzas en todo tipo de entorno y con estructuras multinacionales. El objetivo es que, en el año 2035, se hayan alcanzado todos los proyectos de mejora propuestos en dicho programa.

El estado final que se desea alcanzar para el horizonte 2035 se basa en las siguientes ocho ideas principales (Ejército de Tierra, 2019):

- Fuerza conjunta y multidominio. Será imprescindible para la paliación de las situaciones de crisis actuales y futuras, el uso de la fuerza conjunta abarcando tierra, mar y aire.
- Estructuras operativas: Se busca principalmente la constitución de organizaciones operativas flexibles y cohesionadas capaces de adaptarse a todo tipo de entornos.
- Tecnología avanzada. La constante actualización de la tecnología es esencial.
- Elevada calidad del personal. La instrucción en valores será una tarea esencial para el proyecto de “Fuerza 35”, así como la constante preparación física, técnica y psicológica y la potenciación del liderazgo.
- Disponibilidad e interoperabilidad. La capacidad de operar en todo tipo de entornos y de poder integrarse en estructuras multinacionales será fundamental.
- Unidad militar. Con ello se quiere asegurar la protección de la población y los recursos.
- Fuerza resolutiva. La respuesta militar deberá ser eficaz cuando la situación lo requiera.
- Un proyecto de todos. La “Fuerza 35” pretende involucrar a empresas y universidades para llevar a cabo sus objetivos, así como tener una visión transparente de los proyectos que se van a realizar.



Teniendo en cuenta estos objetivos, se pretende llevar a cabo un proceso de renovación a largo plazo, que se divide en tres fases:

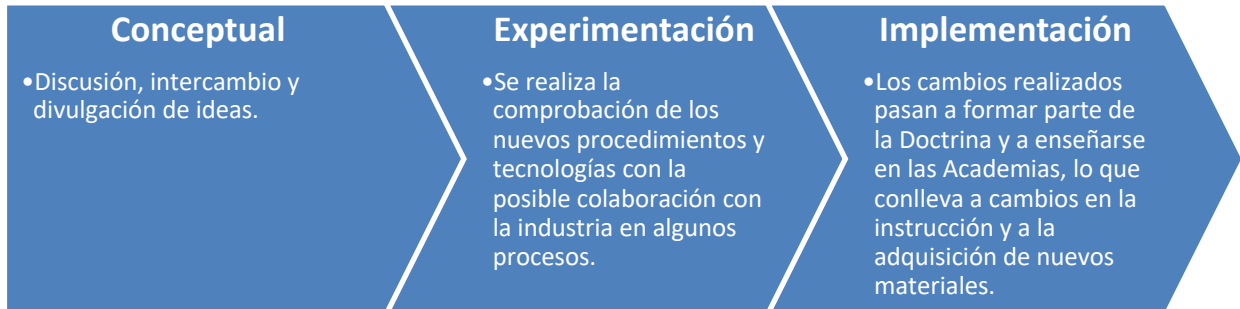


Figura 5: Resumen de las fases de transformación de la "Fuerza 35". Elaboración propia

En cuanto a material que pueda contribuir con los pilares de la defensa C-RAM, las mejoras y adquisiciones en las capacidades de fuego y protección que se van a llevar a cabo a raíz de este programa son:

- Sistema de mando y control

El objetivo final a alcanzar con el sistema de mando y control trata del concepto de Fuegos en Red³³, de forma que sea posible conectar en una red común todos los sistemas y fuerzas propias que se encuentren participando en una misma operación, para que cada operador tenga la capacidad de conocer, aprovechar y difundir la información que pueda resultar útil en cada momento (Martín Moya, 2013).

Esto contribuiría directamente a la mejora del pilar Mando y Control de la defensa C-RAM.

- Sistema de adquisición de objetivos

Se pretende reducir el error en la localización al máximo, adquiriendo nuevos y más avanzados sistemas RPAS, con mayores capacidades que los sistemas actuales en dotación, así como la adquisición de tecnología satélite y de redes móviles de localización acústica.

Todos los desarrollos anteriores, mejorarían, sobre todo, los pilares Detección e Interceptación.

- Sistemas de armas

Los objetivos a alcanzar en el ámbito de los sistemas productores de fuego son numerosos.

A corto plazo se están desarrollando tecnologías que permitan una reducción de la dispersión balística o batir objetivos múltiples con un único lanzamiento (MRSI)³⁴.

De cara al punto final en 2035, se pretende haber conseguido capacidades de fuego de fuera de alcance del enemigo, municiones de exploración con guiado visual y piezas autónomas, lo que ayudaría en la mejora de los pilares Reacción o Ataque.

³³ Se trata de un conjunto de sensores, elementos productores de fuego y elementos de mando y control que permiten tratar los objetivos en tiempo oportuno.

³⁴ Del inglés: Multiple Rounds Simultaneous Impact



- Municiones

En cuando a las municiones, la principal fuente de estudio se trata de la munición denominada “Loitering”. Se trata de un tipo de munición diseñada para “merodear” sobre la zona en la que se encuentra el objetivo durante un tiempo prolongado, hasta que un operador determine qué objetivo atacar y las condiciones con las que lo va a hacer. Esta munición también permite el aborto de la acción, lo que nos lleva a una disminución de posibles daños colaterales.

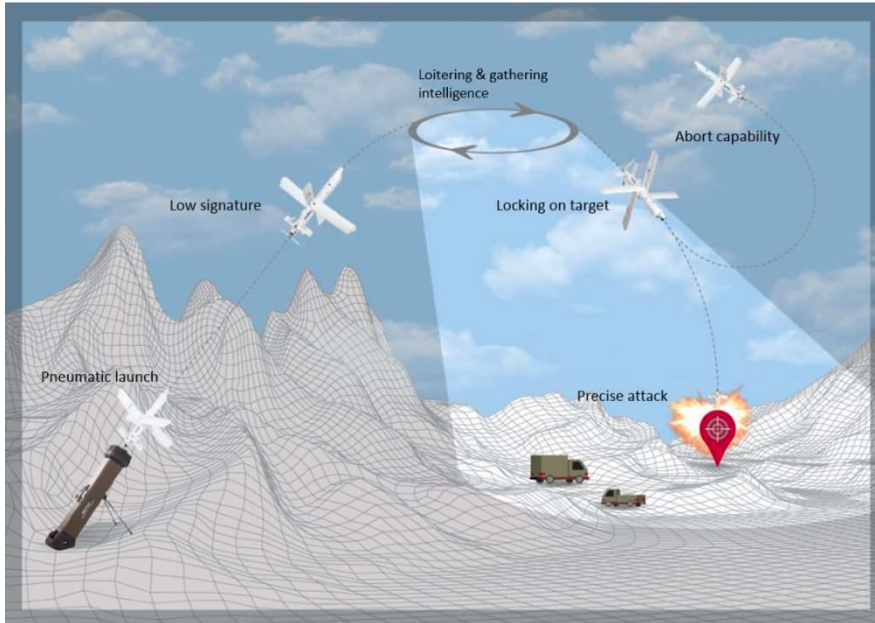


Ilustración 8: Descripción gráfica del proceso de uso de la munición merodeadora (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2020b)

La adquisición de este tipo de munición sería muy beneficioso mayoritariamente para la potenciación del pilar Reacción o Ataque en la defensa C-RAM, pero también fortalecería otros pilares gracias a sus numerosas características, como pueden ser la precisión, el guiado más allá de la línea de visión directa o la recepción de información a tiempo real.

- Defensa antiaérea y Contra-RPAS (C-RPAS)

Se están desarrollando sistemas de detección, identificación y ataque contra objetivos Low Slow Small (LSS³⁵). En los años venideros, se pretende integrar la lucha C-RPAS en la Defensa Antiaérea y desarrollar sistemas de defensa autónomos y capaces de hacer frente a enjambres RPAS³⁶.

³⁵ Objetivos pequeños, lentos y de baja cota.

³⁶ Los enjambres de RPAS hacen referencia al uso combinado de un gran número de RPAS para realizar un ataque.



5. CONCLUSIONES GENERALES

Tras el estudio de los pilares C-RAM y las capacidades que tiene nuestro ejército para hacerles frente, se puede observar que todavía queda mucho camino por recorrer en este ámbito, pues muchos de estos pilares no se encuentran totalmente cubiertos con nuestros medios. Si bien es cierto que nuestro ejército posee medios para hacer frente a algunos de ellos con notable éxito, otros quedan bastante desprotegidos. Además, no se posee una integración de todos ellos, de forma que se pudiera realizar, al menos parcialmente, una defensa completa ante amenazas RAM. Los medios y metodologías actuales solo permiten hacer frente a los pilares por separado, pero no realizar una defensa C-RAM como tal, al igual que la cúpula israelí o, más recientemente, la estadounidense.

El horizonte de mejora con el desarrollo de la “Fuerza 35” pretende ampliar y mejorar estas capacidades, cubriendo los fallos existentes actualmente, a la vez que se sigue actualizando para poder hacer frente a las posibles amenazas futuras, impredecibles y cambiantes, por lo que la flexibilidad en el uso de medios es una cuestión imprescindible.

El proceso de desarrollo que se quiere llevar a cabo, y el nivel tecnológico que se pretende alcanzar, debe satisfacer todos los pilares de la defensa C-RAM existentes, así como los posibles nuevos peligros que vayan surgiendo, intentando siempre poseer una visión amplia ante las posibles nuevas amenazas que se pueden encontrar y no solo las ya conocidas, pues los mecanismos y procedimientos del enemigo también se encuentran en constante perfeccionamiento.

Pero, aunque la disposición de medios eficaces y actualizados es de vital importancia para el correcto cumplimiento de la misión, se deben poseer elevados conocimientos sobre sus debilidades y fortalezas de forma que se puedan usar correctamente a nuestro favor y que los operadores sean capaces de paliar cualquier tipo de imprevisto. El personal y su mejora constante en la instrucción siempre será el pilar sobre el que se fundamenta el correcto uso de las nuevas tecnologías.

Este hecho podría considerarse como el punto fuerte de nuestro ejército, ya que si bien se sabe que la cantidad de personal y los recursos económicos en cuanto a materiales e investigación y desarrollo se refiere son escasos, la formación profesional es una constante en todas las unidades. El desarrollo intelectual debe seguir siendo un factor importante, sobre todo entre el personal destinado a realizar tareas más técnicas, de forma que se pueda facilitar el uso e integración de los nuevos medios en el momento en que lleguen a las unidades.





6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Academia de Artillería, 2021. *Proceso Targeting*. Segovia, Ministerio de Defensa.

Acuña Calviño, D., 2013. *dialnet.unirioja.es*. [En línea]
Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4227210>
[Último acceso: Noviembre 2021].

Aguilar, L. N., Septiembre 2010. Protección de las fuerzas en operaciones. *Revista Ejército*.

Army Technology, 2019. *army-technology.com*. [En línea]
Available at: <https://www.army-technology.com/projects/mantis/>
[Último acceso: 22 Diciembre 2021].

Avion Revue Internacional, 2017. *avionrevue.com*. [En línea]
Available at: <https://www.avionrevue.com/destacamos/las-fuerzas-armadas-espanolas-adquieren-los-rpas-atlantic-y-tucan-de-scr/>

Celler, G. & Castillo, M., 2011. *Manual de preparación ante emergencias.*, República Dominicana: G-Zecurity corp.

Dirección de Armamento y Material, 2015. *Plan director de RPAS.*, Madrid: Ministerio de Defensa.

Dirección General de Armamento y Material, 2020. *Manual de usuario. Utilidad ASCA.*, Madrid: Ministerio de Defensa.

Dominguez Barbero, A., 2007. Defensa Anti-Aérea frente a amenazas RAM. *Memorial de artillería*, 1(163), pp. 103-127.

Ejército de Tierra, 2019. *Fuerza 35*. Madrid: Ministerio de Defensa.

Estador Mayor del Ejército, 1997. *Manual Técnico Obús de 105 mm Light-Gun. Descripción y Mantenimiento Orgánico (MT6-326)*. Madrid: Ministerio de Defensa.

Facultad de Ingeniería del Ejército, 2021. *fie.undef.edu.ar*. [En línea]
Available at: <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=7135>
[Último acceso: Noviembre 2021].

González, I., 2021. *elespanol.com*. [En línea]
Available at: https://www.elespanol.com/omicrono/tecnologia/20210902/c-ram-escudo-antimisiles-blindo-evacuacion-afganistan/608689693_0.html
[Último acceso: Enero 2021].

Gómez Díaz, L., 2021. *rtve.es*. [En línea]
Available at: <https://www.rtve.es/noticias/20210519/cupula-hierro-israeli-arsenal-dispone-hamas/2090812.shtml>
[Último acceso: Diciembre 2021].

Gómez-Armero Fernandez, L., 2020. ASCA: presente y futuro de la artillería de campaña en el marco aliado.. *Memorial de artillería*, Diciembre, Issue 176/2, pp. 48-54.

Hurtado, J., 2021. *france24.com*. [En línea]
Available at: <https://www.france24.com/es/medio-oriente/20210512-israel-cupula-de-hierro-cohetes-gaza-hamas>
[Último acceso: Diciembre 2021].



Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2016a. *PD4-300 Empleo de la Artillería Antiaérea (Tomo I)*. Granada: Ministerio de Defensa.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2006. *Defensa de instalaciones contra Fuego Indirecto.*, Granada: Ministerio de Defensa.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2009. *ACART MT-075: Obús 155/52 APU SBT1*. Granada: Ministerio de Defensa.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014b. *Publicación Doctrinal. Guerra electrónica (PD3-312)*. Granada: Ministerio de Defensa.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014c. *Manual Técnico. Manual de operador y mantenimiento del OBÚS 155/52 SIAC de primer escalón (MT-300)*. Granada: Ministerio de Defensa.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2016b. *Publicación Doctrinal. Empleo táctico del Grupo de Artillería de Información y Localización. (PD4-301)*. Granada: Ministerio de Defensa.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2016c. *Publicación Doctrinal. Empleo táctico de la unidad de RPAS. (PD4-013)*. Granada: Ministerio de Defensa.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2017. *Publicación Doctrinal. Táctica. Empleo de las unidades de morteros (PD4-015)*. Granada: Ministerio de Defensa.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2018a. *PD4-304 Empleo de la Artillería de Campaña*, Granada: Ministerio de Defensa.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2018b. *Manual de Instrucción. Radar ARTHUR (MI-308)*. Granada: Ministerio de Defensa.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2018c. *Manual de Instrucción. Sistema de adquisición por el sonido HALO (MI-309)*. Granada: Ministerio de Defensa.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2020a. *Tendencias de la artillería*. Granada: Ministerio de Defensa.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2020b. *Munición merodeadora táctica con fines de protección de la fuerza.*. Granada: Ministerio de Defensa.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014a. *CODE 01-14 DEFENSA C-RAM*. Granada: Ministerio de Defensa.

Martín Moya, F. J., 2013. "Network Fires". Fuegos en Red.. *Memorial de Artillería*, 1(169), p. 133.

Medina Ávila, C., 2014. De la escuela a la academia. Los centros de formación artilleros.. *Revista de historia militar*, Volumen 1, pp. 13-72.

Motorola, 2015. www.motorolasolutions.com. [En línea] Available at: <https://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/products/voice-applications/wave/military-emergency-operations-wave-use-case.pdf> [Último acceso: Octubre 2021].

Navarro García, J. M., 2019. *defensa.com*. [En línea] Available at: <https://www.defensa.com/espana/ejercito-tierra-adquirira-municiones-guiadas-excalibur-espoletas> [Último acceso: Octubre 2021].



Navarro, P., 2020. *Blognaval.es*. [En línea]
Available at: <https://blognaval.es/sistema-antimisil-phalanx-mk-15/#Caracteristicas>
[Último acceso: Octubre 2021].

Oficina de Proyectos, 2020. *Gestión de riesgos*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.

Pérez, T. P., 2010. *Presentación sobre C-RAM GAIL II/63*. Ferral de Bernesga: s.n.

Redondo Ramos, G., 2009. HALO. Localización de artillería hostil. *Memorial de artillería*, 1(165), p. 130.

SCR, 2021a. *scrdrones.com*. [En línea]
Available at: <https://scrdrones.com/producto-item/tucan/>

SCR, 2021b. *scrdrones.com*. [En línea]
Available at: <https://scrdrones.com/producto-item/atlantic-i/>

THALES, 2021. *thalesgroup.com*. [En línea]
Available at: <https://www.thalesgroup.com/en/markets/defence-and-security/land-forces/ground-surveillance-radar/ground-alerter-10>
[Último acceso: Noviembre 2021].

Universidad de Murcia, 2019. *um.es*. [En línea]
Available at: <https://www.um.es/geograf/sigmur/teledet/tema03.pdf>
[Último acceso: 25 Octubre 2021].

Vaquero, N., 2021. *elperiodico.com*. [En línea]
Available at: <https://www.elperiodico.com/es/internacional/20210513/cupula-hierro-sistema-antimisiles-israel-palestina-11720318>
[Último acceso: Diciembre 2021].





ANEXOS





Anexo A. ANÁLISIS DE RIESGOS

ID	Descripción riesgo	Categoría riesgo	Causa del riesgo	Impacto (H,M,L)	Probabilidad (1,2,3)	Clase riesgo	Efectos riesgo	Medida / Alternativas	Clase riesgo tras medida
1	No detección.	Detección	Disparo en zona ciega del radar.	H	3	3H	No se detecta el disparo enemigo por el sistema radar.	Mejorar el sistema radar, cruzar sectores o complementar con otros sistema de vigilancia.	2M
2	No detección.	Detección	Malas condiciones climatológicas.	H	1	1H	No se detecta el disparo enemigo por el sistema radar.	Complementar con otros sistema de vigilancia.	1M
3	Retraso en dar la alarma.	Alerta o alarma	Falta de instrucción del personal.	H	3	3H	El personal reacciona tarde al ataque exponiéndose a sufrir daños físicos.	Mejorar la instrucción del personal.	2M
4	Cansancio del personal.	Reacción	Debido al gran desgaste que se sufre en un sistema de alertas 24h.	L	2	2L	Pérdida de eficiencia para responder a una amenaza	Mejor planificación de los turnos.	1L
5	Falta de entendimiento entre ejércitos.	Mando y control	Problemas lingüísticos y falta de integración con otros ejércitos.	H	2	2H	La ayuda necesaria ante un ataque enemigo no llega o se retrasa.	Integración española en el ASCA.	1L
6	Falta de precisión.	Reacción o ataque	Falta de actualización de nuestros medios.	H	2	2H	Causar daños colaterales a personal o instalaciones civiles.	Actualización y mejora de los medios propios.	1M
7	Resultados confusos.	Mando y control	Imposibilidad de discriminar los resultados obtenidos por los medios de detección.	L	1	1L	Los operadores pueden confundir los datos.	Mejorar la instrucción de los operadores.	1L

Probabilidad	3	0	0	2
	2	1	0	2
	1	1	0	1
		Low	Medium	High
		Impacto		

Clase riesgo	Número	Porcentaje
Crítico	2	28,6
Alto - medio	2	28,6
Medio	2	28,6
Bajo	1	14,3
Total:	7	100,0





Anexo B. MATERIAL.

RADAR ARTHUR.

El Radar de Localización Arthur (Artillery Hunting Radar), (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2018b) es un radar de localización de armas Weapon Locating System (WLS) de alcance medio y muy móvil, que proporciona una eficaz capacidad de contrabatería y control de fuego mediante el cálculo y la transmisión de los puntos de lanzamiento y de impacto, una vez realizada la detección de proyectiles de morteros, cañones o cohetes balísticos.

El haz está controlado electrónicamente en acimut y en elevación. Los rangos instrumentados son 10, 30 y 40km.

El principio de funcionamiento del ARTHUR consiste en buscar proyectiles a lo largo del horizonte y seguir los detectados durante unos pocos segundos. Simultáneamente puede realizar el seguimiento de hasta ocho proyectiles mientras continúa la búsqueda. Explora un sector de 1600° en acimut (equivalente a 90°). La elevación del sector de exploración es de 148° y el haz está controlado mediante el cambio de la frecuencia de transmisión.

Después del seguimiento, calcula la trayectoria y la posición del origen de fuego y se determina la zona de impacto. Utiliza la posición calculada de la batería y la zona de impacto del proyectil, prioriza los blancos para la artillería propia y emite una petición inmediata para contrarrestar el fuego. El control de fuego y la localización del arma pueden realizarse simultáneamente.

Sus funciones tácticas son:

- Localización de armas. En este modo de funcionamiento, el radar explora el horizonte y realiza un seguimiento de los proyectiles durante su rama ascendente. El origen de fuego se obtiene cuando el sistema ha recibido un número suficiente de mediciones del proyectil. Si se detectan varios blancos únicos (armas) dentro de una zona predefinida se califica como un blanco compuesto. Para este tipo de blancos se calcula el punto central. También puede calcular el punto de predicción del impacto de los proyectiles detectados. La finalidad de este modo de trabajo es determinar las unidades artilleras hostiles que están disparando sobre las zonas amigas. Las necesidades de precisión en el cálculo del punto de impacto no son tan críticas.
- Control de fuego. En este modo de funcionamiento, el radar busca por encima del horizonte y hace un seguimiento de los proyectiles detectados mientras descienden. El punto de impacto se calcula entonces superponiendo la trayectoria calculada en un mapa digital, en donde el punto de intersección entre la trayectoria y el terreno es el punto de impacto. Este modo se utiliza para la dirección y corrección del fuego de artillería de las unidades amigas.

El radar ARTHUR puede trabajar simultáneamente en los dos modos tácticos.

El personal necesario para operar el radar consiste en un sargento operador del sistema y tres soldados, dos conductores y un operador del sistema TALOS.



SISTEMA HALO.

El HALO (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2018c) es un sistema de localización de artillería enemiga cuyo objetivo es determinar la posición de un evento explosivo mediante el uso de puestos sensores (SP) que detectan la posición mediante el sonido emitido en dicha explosión o disparo. Los datos se envían al puesto de mando del sistema (CP) donde son transmitidos a las unidades.

Para la localización, utiliza un despliegue de hasta 12 sensores, que por lo general se ubican con unos 2-4 km de distancia entre ellos. Tienen en cuenta los efectos que puede causar el clima en la propagación del sonido, así como una base de datos digital del terreno, para realizar el cálculo de la trayectoria futura de vuelo.

Sus principales ventajas son:

- Precisión en la localización de armas: Gracias a la utilización de los datos del terreno y datos meteorológicos.
- Capacidad de localización de múltiples armas: Puede detectar numerosos tipos de armas de artillería, morteros, tanques, cañones pesados y proyectiles explosivos.
- Despliegue versátil: Puede ser usado en variedad de escenarios, tanto en mantenimiento de paz como en conflictos armados, así como en climas extremos gracias a su robusta construcción.
- Facilidad de uso: No es necesario un profundo conocimiento del sistema para su utilización.

Los rangos típicos de localización son: para artillería de 155mm con carga máxima unos 40km; para artillería de 105mm con carga máxima, 15km; para morteros de 120mm, 8km; para carros y Vehículos de Combate de Infantería unos 4-5 km.

En cuanto a su precisión: 100m para distancias de 0-8km; 200m para distancias de entre 8 y 15 km; para distancias mayores de 15 km depende del número de sensores.

Su tiempo medio de respuesta es de 15 a 20 segundos, sin incluir los tiempos de transmisión acústica hasta los sensores (Redondo Ramos, 2009).



OBÚS 155/52 SIAC.

El Obús 155/52 SIAC (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2009) se trata de una pieza remolcada de artillería, de calibre 155mm y longitud del tubo de 52 calibres. Cuenta con una unidad auxiliar de potencia (APU) que permite que la pieza pueda moverse por el terreno de forma autónoma, normalmente utilizada para desplazamientos cortos, siendo remolcada en los desplazamientos largos. Esta pieza puede adoptar tres posiciones diferentes:

- Posición de marcha remolcada (PMR): circula enganchada a un vehículo tractor.
- Posición de marcha automática (PMA): se desplaza de forma autónoma utilizando APU.
- Posición de tiro (PT): se encuentra en el asentamiento, lista para realizar el tiro.

Este obús es capaz de disparar amplia gama de proyectiles, pudiendo llegar a alcances de 40km con el uso del Base Bleed (BB).

La pieza consta de un Jefe de Pieza y cinco sirvientes en su dotación:

TRIPULACION		
SIRVIENTE	PUESTO TACTICO	SIGLAS
Suboficial	Jefe de Pieza	JP
Nº 1	Apuntador (Auxiliar JPz)	Ap
Nº 2	Sirviente de Cierre (Auxiliar Apuntador)	SC
Nº 3	Artificiero	Ar
Nº 4	Cargador Proyectiles (Conductor Pieza)	CCP
Nº 5	Cargador Cargas Proyección (Conductor Camión)	CCC

Tabla 7: Descripción de los sirvientes del SIAC. (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2009)

Dispone de un navegador inercial híbrido (MILNAV), dotado de un giróscopo láser, un GPS y un odómetro que. Es capaz de navegar, realizar posicionamientos y entrar en vigilancia con un error probable inferior a 17,5m y 1º en orientación, gracias a las señales enviadas por la unidad central y de display (CDU). Esta unidad permite visualizar e introducir datos, controlar el funcionamiento de los diferentes subsistemas y aportar los datos de tiro gestionando la temperatura de la pólvora y el peso del proyectil para el primer disparo, y las condiciones meteorológicas y velocidad inicial en boca para los disparos posteriores.

Puede alcanzar una velocidad de 90 km/h en carretera, 50 km/h en pistas y 20 km/h todo terreno siendo remolcado.





Anexo C. INFORME DE LAS ENTREVISTAS.

Las siguientes entrevistas fueron realizadas durante el periodo de prácticas (del 05/09/21 al 10/10/21) a diferente personal de la escala de oficiales y suboficiales del RACA I/11 y de otras unidades del resto de España.

El objetivo de las entrevistas es recabar información que sirva de utilidad para la realización de este Trabajo de Fin de Grado, por lo que el personal entrevistado debía tener experiencia en el ámbito del concepto C-RAM y, además, haber estado desplegado en el extranjero para así poder aportar información relevante sobre la realidad de los medios del ejército español y de los problemas a los que se enfrenta.

Para ello, se ha entrevistado al siguiente personal:

Comandante	2
Capitán	3
Teniente	7
Brigada	2
Sargento 1º	4
Sargento	2
TOTAL	20

Tabla 8: Resumen del número de personal entrevistado. Elaboración propia

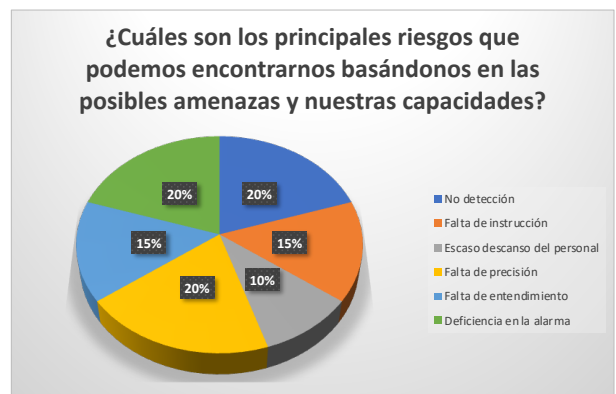
- Según su experiencia en este campo, ¿A qué amenazas se enfrenta principalmente la defensa C-RAM?

De las 20 personas entrevistadas: cuatro de ellas respondieron cohetes y granadas de mortero (25%), seis respondieron amenazas aéreas (37%); otras cuatro señalaron la precariedad de los medios (25%); las dos personas restantes (13%) no dieron información relevante para esta pregunta.



- ¿Cuáles son los principales riesgos que podemos encontrarnos basándonos en las posibles amenazas y nuestras capacidades?

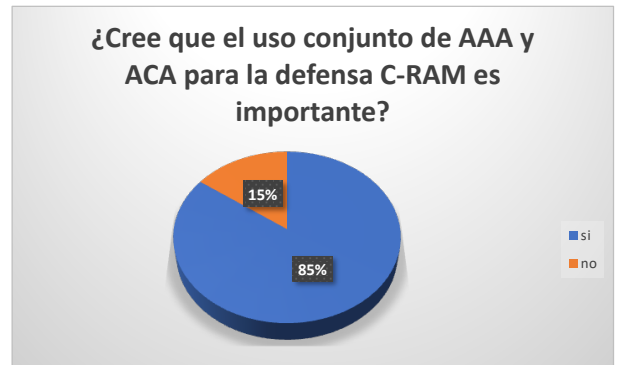
De las 20 personas entrevistadas: cuatro de ellas respondieron no detección (20%); tres respondieron falta de instrucción del personal (15%); dos más respondieron escaso descanso del personal (10%); otras cuatro respondieron falta de precisión (20%); tres, falta de entendimiento entre diferentes ejércitos (15%); y las cuatro restantes respondieron deficiencia en la alarma (20%).





- ¿Cree que el uso conjunto de AAA y ACA para la defensa C-RAM es importante?

De las veinte personas entrevistadas: diecisiete de ellas (85%) contestaron afirmativamente a esta pregunta, mientras que las tres restantes (15%) contestaron negativamente.



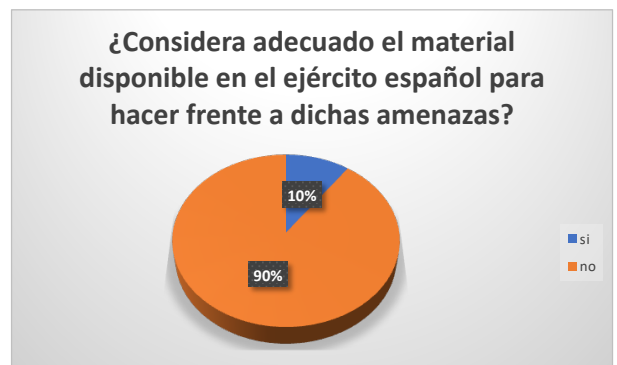
- ¿Cuáles cree que son las misiones principales de la defensa C-RAM?

De las veinte personas entrevistadas: tres de ellas (15%) consideraron que una de las misiones principales de la defensa C-RAM es la localización de los orígenes de fuego; cuatro (20%) respondieron batir los orígenes de fuegos; otros tres (15%) respondieron la protección pasiva del personal; cinco (25%) optaron por los sensores; cuatro (20%) adecuada precisión; y la persona restante no dio información relevante.



- ¿Considera adecuado el material disponible en el ejército español para hacer frente a dichas amenazas?

De las veinte personas entrevistadas; dos de ellas (10%) respondieron afirmativamente a esta pregunta y las dieciocho restantes (90%) respondieron negativamente.





• ¿Qué mejoraría?

De las veinte personas entrevistadas: cinco de ellas (25%) contestaron que mejorarían la interoperabilidad entre países; cuatro (20%) respondieron la instrucción del personal; seis de ellas (30%) respondieron que implementarían material más moderno y eficiente; otras tres (15%) respondieron que mejorarían los medios de protección; las dos personas restantes (10%) no dieron información relevante.



• ¿Ha oído hablar del ASCA?

De las veinte personas entrevistadas, diecinueve de ellas (95%) sí habían oído hablar del ASCA, mientras que solo una persona (5%) no.



• ¿En qué aspectos cree que la integración española en el ASCA sería beneficiosa?

De las veinte personas entrevistadas: cuatro de ellas (20%) cree que la integración española en el ASCA supondría la modernización de nuestros medios; cinco (25%) piensan que con ello se superaría la barrera idiomática; otras cuatro (20%) piensan que así se minimizarían los errores humanos; tres (15%) que facilitaría la participación española en ejercicios internacionales; otras tres (15%) que supondría la integración en cualquier cadena de fuegos aliada; la persona restante no dio información relevante.

