

Trabajo Fin de Grado

EMPLEO DEL 35/90 PARA TIRO DE COSTA CONTRA
LANCHAS RÁPIDAS. INTEGRACIÓN EN LA UDACTA
NFC-1

Autor

Gregorio Sabariego García

Directores

Director académico: Dr. D. Álvaro Lozano Rojo

Director militar: Cap. D. Víctor Gallardo Coca

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2019

Resumen

Este proyecto surge de la necesidad que tiene el ET de mejorar sus capacidades contra este tipo de embarcaciones. Por lo tanto, los principales objetivos son, en primer lugar, estudiar la posibilidad del empleo del cañón de AAA 35/90 GDF-007 contra lanchas rápidas mediante los procedimientos empleados en ACTA y, posteriormente, analizar de qué manera se podría realizar la integración de esta pieza de AAA en el despliegue de una UDACTA.

Para ello, se ha realizado un estudio de las características técnicas de los materiales de ACTA y AAA implicados en el proyecto, analizando además los distintos tipos de configuraciones de enlace posibles para poder determinar la compatibilidad de los diferentes elementos en un mismo sistema de Mando y Control. Asimismo, se ha llevado a cabo una simulación para determinar la capacidad de la Dirección de Tiro para localizar, adquirir y realizar el seguimiento de un blanco que se encuentra a nivel del mar y para determinar la capacidad de las piezas para estar en disposición de abrir fuego sobre el mismo. Por último, se ha empleado la herramienta de análisis DAFO para estudiar la viabilidad de la integración del cañón 35/90 en la UDACTA desde el punto de vista operativo.

La realización de estos estudios, análisis y pruebas ha permitido confirmar la viabilidad de este proyecto. No solo es posible desde un punto de vista técnico y táctico el empleo del cañón 35/90 para tiro de costa contra lanchas rápidas y su integración en la UDACTA, sino que además dicha integración reportaría beneficios considerables desde un punto de vista operativo. Esto supondría también un gran avance hacia la posible futura unificación de ciertos sistemas y procedimientos para optimizar el desarrollo del Mando y Control del entorno terrestre, marítimo y aéreo.

Abstract

This report shows the Final Degree Project “Use of 35/90 for coastal shooting against speedboats. Integration in the UDACTA NFC-1”. This Project arises from the Army’s need to improve its capacity against this type of boats, characterized by their speed and maneuverability. The army should be fully equipped to open fire against any kind of boat regardless of its speed, reinforcing the capacities of the Spanish law enforcement corps in their protection of our ports and coasts. Therefore, the main objectives are, firstly, studying the possibility of using the AAA 35/90 GDF-007 cannon against speedboats through the procedures used in ACTA and, subsequently, analysing how this artillery piece could be integrated into an UDACTA deployment.

To this end, a study of the technical characteristics of the ACTA and AAA materials involved in the Project has been carried out, analysing also the different types of possible link configurations in order to determine the compatibility between the different elements in the same Command and Control system. In particular, the main technical features of the 35/90 cannon have been examined. A simulation has also been carried out in order to determine the ability of the Fire Command to locate, acquire and track a target which is at sea level and to determine the capacity of the artillery pieces to be ready to shoot it. Finally, the SWOT analysis tool has been used to study the viability of integrating the 35/90 cannon into an UDACTA from an operational point of view, identifying the main strengths and opportunities as well as the weaknesses and threats that the integration would bring.

These studies, analyses and tests have confirmed the viability of this project. Not only is it possible from a technical and tactical point of view to use the 35/90 cannon for coastal shooting against speedboats and its integration into the UDACTA, but also this integration would bring significant operational benefits. This would also be an important step towards the possible future unification of certain systems and procedures to optimize the development of the Command and Control of the land, sea and air environments.

Agradecimientos

Quisiera aprovechar este apartado para agradecer de alguna forma a todos aquellos que han contribuido, en mayor o menor medida, a mi formación como oficial del Ejército de Tierra y, quizás aún más importante, a mi formación como persona.

En concreto, me gustaría hacer un reconocimiento especial a todos aquellos profesores del Centro Universitario de la Defensa que han participado en mi formación universitaria, así como a todos los mandos y profesores de la Academia General Militar que han intervenido a lo largo de estos cuatro años en mi formación militar y en valores.

También quiero darle las gracias al Regimiento de Artillería de Costa nº 4, lugar donde he llevado a cabo las prácticas externas entre el 2 de septiembre y el 18 de octubre, a los oficiales, suboficiales y personal de tropa que han contribuido a mi formación. En especial, agradecerles a mi director y tutor militar, los capitanes Don Víctor Gallardo Coca y Don Víctor González Ramírez, la inestimable ayuda que me han proporcionado durante este tiempo y su atención constante.

Por otra parte, me encantaría agradecer la labor realizada por mi tutor del Centro Universitario de la Defensa, el Doctor Don Álvaro Lozano Rojo, sin el cual no hubiera sido posible la elaboración de este Trabajo de Fin de Grado.

Asimismo, no quisiera olvidarme en el final de esta etapa académica de mis compañeros y amigos de la LXXV promoción, que han sido, son y serán piedra angular de mis vivencias y con los que he forjado una amistad única y de por vida.

Por último, gracias de forma especial a la propia Academia General Militar, mi casa durante los últimos e importantes cuatro años de mi vida, y lugar donde he vivido experiencias increíbles y también experiencias menos buenas, pero todas ellas estrictamente necesarias para una formación basada en la gran cantidad de valores que aquí se inculcan, y entre los que destaca uno por encima de todos, el amor a la patria.

Contenidos

Resumen	i
Abstract	iii
Agradecimientos.....	v
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Tablas	ix
Listado de Acrónimos	x
1 Introducción	1
1.1 Contexto, motivación y ámbito de aplicación	1
1.2 Objetivos y alcance del trabajo	3
1.3 Metodología	3
1.4 Estructura de la memoria	4
2 Preliminares	5
2.1 Conceptos previos	5
2.2 Antecedentes	7
3 Desarrollo y resultados	11
3.1 Descripción del trabajo realizado	11
3.2 Empleo del cañón 35/90 contra lanchas rápidas.....	12
3.3 Integración del cañón 35/90 en la UDACTA NFC-1	19
3.4 Evaluación de la viabilidad operativa	22
3.5 Resultados	25
4 Conclusiones.....	29
4.1 Conclusiones obtenidas e impacto.....	29
4.2 Líneas futuras de trabajo.....	30
4.3 Transferibilidad	31
5 Bibliografía.....	33
Anexos	37
Anexo A: Organigrama del MACA	37
Anexo B: Ficha completa de las características técnicas del cañón 35/90	38
Anexo C: Descripción de los materiales de AAA	43
Anexo D: Comparativa de los distintos materiales de AAA	47
Anexo E: Tipos de enlace entre los elementos de la UDACTA	49

Índice de Figuras

Figura 2.1: Organigrama de la estructura operativa de la UDACTA.	5
Figura 2.2: MK38 Tactical Laser System	7
Figura 2.3: Misil Mistral lanzado desde la torre SIMBAD-RC.	9
Figura 3.1: Pieza antiaérea de 35 mm	13
Figura 3.2: SDT Skydor	14
Figura 3.3: Consolas de los operadores del SDT Skydor.....	15
Figura 3.4: Consola de seguimiento y tiro del SDT Skydor.	15
Figura 3.5: Consola de Seguimiento y Tiro del SDT Skydor en modo combate	16
Figura 3.6: Consola de seguimiento y tiro del SDT Skydor en modo combate.	18
Figura A.1: Organigrama del MACA	37
Figura C.1: Sistema de misiles PATRIOT	43
Figura C.2: Sistema misil Hawk.....	44
Figura C.3: Sistema de misil antiaéreo avanzado (NASAMS)	45
Figura C.4: Sistema misil Mistral.....	46
Figura D.1: Secuencia de acción de la DT Skydor	48
Figura E.1: Enlaces entre los elementos que componen la UDACTA.	49

Índice de Tablas

Tabla 3.1: Características técnicas del cañón 35/90.	12
Tabla 3.2: Datos numéricos de seguimiento y control de fuego.	17
Tabla 3.3: Análisis DAFO de la integración desde un punto de vista operativo.....	23
Tabla B.1: Características principales del 35/90	38
Tabla B.2: Características del cañón 35/90	39
Tabla B.3: Características del MAC del 35/90.....	39
Tabla B.4: Características del RECA del 35/90.	39
Tabla B.5: Características de la puntería en orientación del 35/90.	40
Tabla B.6: Características de la puntería en elevación del 35/90	40
Tabla B.7: Datos de las dimensiones del 35/90 en posición de marcha	40
Tabla B.8: Características de todo terreno del 35/90.....	41
Tabla B.9: Posición de tiro del 35/90.....	41
Tabla B.10: Características de la munición del 35/90	42
Tabla B.11: Capacidad de munición del 35/90.....	42
Tabla C.1: Características técnicas del sistema de misiles PATRIOT	43
Tabla C.2: Características técnicas del sistema misil Hawk.	44
Tabla C.3: Características técnicas del sistema NASAMS	45
Tabla C.4: Características técnicas del sistema misil Mistral	46
Tabla D.1: Comparativa del alcance de los materiales de AAA	47
Tabla D.2: Comparativa de la cadencia de los sistemas Mistral y 35/90.....	48

Listado de Acrónimos

AAA	Artillería Antiaérea
ACTA	Artillería de Costa
DT	Dirección de Tiro
GACTA	Grupo de Artillería de Costa
MACA	Mando de Artillería de Campaña
NFC	Núcleo de Fuerza Conjunta
POMO	Puesto de Observación Móvil
RACTA	Regimiento de Artillería de Costa
RAE	Radar de Exploración
SDT	Sistema Director de Tiro
UDACTA	Unidad de Defensa de Artillería de Costa

1 Introducción

Esta memoria recoge el Trabajo de Fin de Grado “Empleo del 35/90 para tiro de costa contra lanchas rápidas. Integración en la UDACTA NFC-1”, realizado en la Batería de Plana Mayor del Grupo de Artillería de Costa I/4 (GACTA-I/4) perteneciente al Regimiento de Artillería de Costa nº 4 (RACTA-4) localizado en San Fernando (Cádiz).¹

La artillería de costa se compone de un conjunto de unidades del ET especialmente creadas, adiestradas y equipadas para desarrollar las misiones de defensa de costas que le sean asignadas. Actúa mediante sistemas de Mando y Control, sistemas de armas de diferentes características y sistemas de detección, localización e identificación de objetivos. Sus misiones en concreto son la protección de las zonas, puntos o instalaciones sensibles que se le asignen, asegurar el tráfico marítimo y proteger a las unidades terrestres y navales ante cualquier tipo de agresión proveniente del mar, mediante acciones de información y de fuego indirecto hasta el límite de alcance de sus sistemas de armas. Generalmente, sus principales objetivos serán los medios navales enemigos, así como cualquier otro tipo de amenaza procedente del espacio marítimo.[1]

Como se define en la página web oficial del ET:

La misión principal del regimiento es contribuir, en el marco conjunto/conjunto-combinado, al control y defensa de costas, en particular el Estrecho de Gibraltar. Además, las unidades de ACTA (Artillería de Costa) móviles podrán ser atribuidas a los planes operativos que se determinen para la defensa de costas en zonas distintas al Estrecho de Gibraltar.[2]

1.1 Contexto, motivación y ámbito de aplicación

La seguridad de nuestras costas y puertos no es una labor llevada a cabo por un solo actor, sino que son numerosos cuerpos los encargados de velar por la seguridad de los mismos. Cada uno de ellos posee una labor diferente, incluso algunos de ellos se

¹ Véase Anexo A para conocer la estructura del MACA (Mando de Artillería de Campaña).

encargan exclusivamente de labores muy específicas. En este caso, la misión del ET es colaborar con el resto de cuerpos para la defensa y control de las costas. Es decir, puede realizar misiones de protección sobre puertos o puntos de interés en la costa o cercanos a ella.

Este proyecto surge de la necesidad de mejorar las capacidades del ET contra embarcaciones tipo *go-fast* o lanchas rápidas. La principal motivación es mejorar la capacidad de reacción de la UDACTA (Unidad de Defensa de Artillería de Costa), con el fin de aumentar el nivel de autodefensa de la misma, algo que actualmente resulta de vital importancia, ya que los métodos del enemigo son totalmente cambiantes e impredecibles, teniendo que hacer frente a las denominadas amenazas asimétricas, lo que obliga a las FAS y FCSE (Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado) a tener que reinventarse continuamente.

Cabe destacar que existe una unidad de entidad compañía denominada “*Force Protection*”, encargada de la seguridad del despliegue de la UDACTA. Sin embargo, esto puede no ser suficiente ante amenazas como lanchas a gran velocidad cargadas de explosivos o cualquier otro tipo de ataque de una embarcación rápida. Aunque los atentados del 11-S quedan un tanto lejos en el tiempo, lo que hace 18 años fue el choque de un avión contra una torre, hoy bien podría ser una embarcación actuando como kamikaze detonando en un puerto o en un punto de gran importancia o interés. Además, estas amenazas pueden suponer que los buques de guerra tengan dificultades para operar en determinadas zonas o atravesar áreas peligrosas.

Este proyecto ejemplifica una manera de reforzar la protección de estos lugares para que hechos como estos no ocurran. El ET debe tener capacidad suficiente para hacer fuego sobre cualquier tipo de embarcación sea cual sea su velocidad, así como complementar a través de sus posibilidades las capacidades de las FCSE con el objetivo de mantener en todo momento la seguridad de nuestras costas y puertos.

El principal ámbito de aplicación de este proyecto es, por tanto, el ET, en particular, todas las UCO,s de ACTA y las de AAA que poseen el cañón 35/90. Afectaría de manera directa a este tipo de UCO,s, ya que son las que conforman la UDACTA, o las que recibirían las misiones nombradas anteriormente. Afectaría también, de manera indirecta, tanto a la Armada Española, debido a su colaboración con el ET a través de sus embarcaciones para facilitar la localización y adquisición de objetivos, como a la Guardia Civil y el Cuerpo Nacional de Policía, ya que la

integración de este material en la UDACTA complementa en buena medida las capacidades de las FCSE o en su caso también incluso del cuerpo de Salvamento Marítimo.

1.2 Objetivos y alcance del trabajo

El principal objetivo de este proyecto es estudiar la posibilidad del empleo del cañón de AAA (Artillería Antiaérea) 35/90 GDF-007 contra lanchas rápidas mediante procedimientos de tiro de ACTA. Una vez se haya determinado esto, se pretende analizar de qué manera se podría integrar dicho material tanto en el sistema de Mando y Control de ACTA como dentro del despliegue de una UDACTA para conseguir así complementar las capacidades de los obuses empleados en ACTA (155/52 APU SBT). Es decir, en primer lugar se obtendrán resultados sobre la viabilidad de emplear este material contra este tipo de embarcaciones y posteriormente sobre la manera de integrarlo en una UDACTA.

Una vez resueltas estas cuestiones, si se determina que este material puede ser empleado contra lanchas rápidas y, además, puede ser integrado dentro del despliegue de la UDACTA, el alcance de este proyecto podría ser bastante notable. Por un lado, contar con el cañón 35/90 permitiría a la UDACTA generar un volumen de fuego considerable rápidamente, teniendo así mayor capacidad para batir este tipo de objetivos caracterizados por su alta velocidad y maniobrabilidad. Por otra parte, si se demuestra que es viable incorporar dicho cañón, la UDACTA y el puerto o punto que defiende contarían con una mayor capacidad de autodefensa, ya que se incrementaría en gran medida la capacidad de reacción.

1.3 Metodología

Desde el punto de vista metodológico, el trabajo realizado se ha valido de dos herramientas fundamentales: análisis de fuentes y realización de una simulación. En primer lugar, se realiza un análisis exhaustivo de las características técnicas de los materiales de ACTA y AAA implicados en el proyecto. El enfoque principal es analizar las distintas configuraciones de enlace entre medios productores de fuego, sensores de

exploración y sistemas para operar materiales distintos con el fin de estudiar su compatibilidad dentro de un mismo sistema de Mando y Control.

Por otro lado se realiza una simulación en el SDT Skydor, DT (dirección de tiro) de la pieza de 35 mm, para determinar la capacidad de este elemento para localizar objetivos que se encuentran a nivel del mar, como son las lanchas rápidas. Dada la imposibilidad de trasladar dicha DT a una zona cercana al mar, se han empleado como elemento sustitutivo vehículos que circulan por la autovía a una velocidad similar a la de este tipo de embarcaciones.

Finalmente, con el objetivo de complementar el análisis técnico realizado y el estudio efectuado mediante la simulación, se ha empleado la herramienta de análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) para realizar un estudio sobre la viabilidad de la integración del cañón 35/90 en la UDACTA desde el punto de vista operativo.

1.4 Estructura de la memoria

El resto de la memoria se organiza de la siguiente forma: en el Capítulo 2 se expone el estado de la cuestión, es decir, los antecedentes que existen sobre el empleo de la artillería contra embarcaciones. Además, se exponen brevemente algunos antecedentes en otros ejércitos. El Capítulo 3 consiste en el desarrollo del estudio realizado y el posterior análisis e interpretación de los resultados. Seguidamente, en el Capítulo 4 se exponen las conclusiones obtenidas y su impacto, así como las posibles líneas futuras de trabajo y la transferibilidad, es decir, la posibilidad de trasladar este estudio y estas conclusiones a otras áreas de las FAS. Por último, se presenta la bibliografía empleada para la realización de este proyecto.

Además, esta memoria cuenta con varios anexos: el Anexo A sobre la estructura del MACA donde se encuentra encuadrado el RACTA-4. En el Anexo B se exponen de una manera más extensa las características del cañón 35/90. El Anexo C presenta las principales características de los diferentes materiales de AAA junto con una imagen de los mismos. En el Anexo D se realiza una comparativa de los distintos materiales de AAA. Por último, el Anexo E incluye información sobre los diferentes enlaces entre los elementos de una UDACTA.

2 Preliminares

2.1 Conceptos previos

El ET podrá desarrollar las misiones específicas permanentes que se le encomienden y podrá colaborar además con las asignadas a otros ejércitos. Estas misiones tendrán lugar desde tiempo de paz y se desarrollarán con carácter permanente, sin descartar todas aquellas que se establezcan en una situación de crisis o las que surjan ante una agresión contra intereses nacionales. En el caso de las unidades de artillería de costa, en el ámbito marítimo, podrán llevar a cabo misiones de vigilancia y seguridad de los espacios marítimos de interés nacional que se le encomienden, así como de colaboración con la acción de la Armada en el marco de una misión permanente.[1]

En este contexto surge la UDACTA, que se trata de una organización operativa de carácter eventual con mando único y cuya composición es variable. Está organizada con el objetivo de cumplir una misión o cometido relacionado con la defensa de costas de manera limitada en tiempo y espacio. Su composición depende de diversos factores: cometidos asignados a la misma, situación táctica, grado de protección a proporcionar, amenaza estimada o características de la zona de despliegue. Además, se trata de la unidad fundamental de empleo de ACTA, y se organiza sobre la base de una unidad orgánica de ACTA a la que se le agregan y segregan elementos con capacidades de Mando y Control, de localización e información de objetivos, de fuegos, etc., para generar la organización operativa requerida. En definitiva, todos los medios necesarios para cumplir la misión.

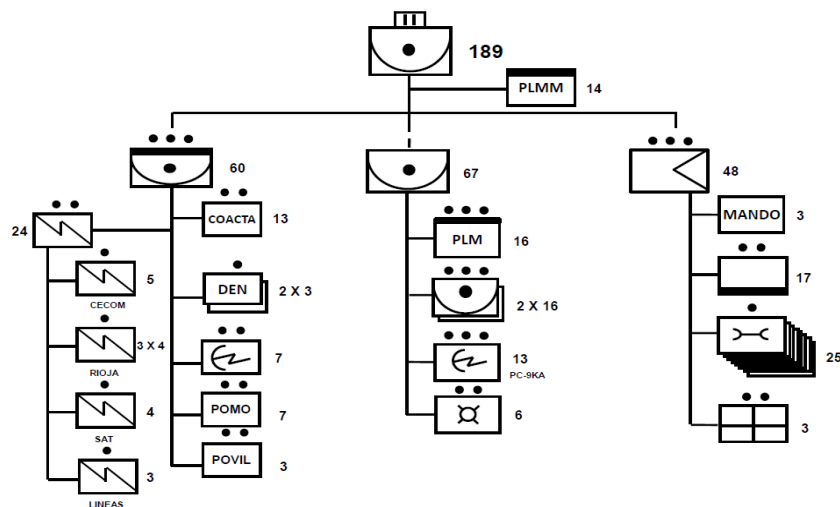


Figura 2.1: Organigrama de la estructura operativa de la UDACTA.[3]

Otro aspecto de especial relevancia para la realización de este trabajo es la Fuerza Conjunta, instrumento que materializa la actuación de las FAS, y que está constituida por todos los elementos que forman parte de la Fuerza del ET, de la Armada y del Ejército del Aire. Esta fuerza está organizada para ser empleada en todo momento y lugar conforme a los intereses nacionales, manteniendo capacidad de autonomía nacional, acción conjunta y disposición para colaborar con otros instrumentos del Estado. En este ámbito se establece el NFC-1 (Núcleo de la Fuerza Conjunta), dependiente del Mando de Operaciones del Estado Mayor de la Defensa, que consiste en un conjunto de unidades, cuarteles generales o elementos de mando y capacitadores con unas condiciones específicas de preparación y alta disponibilidad que, asignados a la estructura operativa, constituyen elementos inmediatos para reaccionar ante cualquier obligación o contingencia, ya sea prevista o inesperada.

El NFC se organiza en tres bloques según el tipo de operación para la que están asignadas. Cada uno de los bloques estará compuesto de diversas unidades, cuarteles generales o elementos de mando y capacitadores, que deberán contar con la suficiente cantidad de material y personal. Para este proyecto, resulta de especial interés el primero de estos bloques, el NFC-1, en el que se encuadra la UDACTA, ya que está pensado para las operaciones permanentes. Este núcleo, abarca una serie de situaciones que van desde la plena normalidad a una crisis de baja intensidad.[4]

En lo referente al caso concreto del RACTA-4, el cual ha servido de marco para la realización de este Trabajo de Fin de Grado, la preparación de la UDACTA constituye la actividad más importante, por lo que tratan de priorizar recursos y capacidades para asegurar su certificación. Esta unidad estará seis meses adiestrándose para encontrarse disponible los seis siguientes, tiempo en el cual otra UDACTA estará en preparación, y así sucesivamente. Durante los meses que esté disponible, la unidad se encuentra a disposición del Estado Mayor de la Defensa (EMAD), que es el encargado de activarla cuando lo considere oportuno para cumplir la misión que le asigne. Dependiendo de esta, se activa la UDACTA completa o parte de ella.

Una parte importante de este trabajo está enfocada al estudio de la integración de la pieza antiaérea de 35 mm a esta unidad. Esta pieza consiste en un montaje remolcado bitubo diseñado para el combate de aeronaves de ala fija y móvil. Consta de un cañón formado por dos armas automáticas con capacidad de realizar 140 disparos cada una. Su

funcionamiento es de forma independiente y alternativa. Con respecto al sistema de puntería, se establece una importante diferenciación en el modo de gobierno del cañón, presentando dos modos de funcionamiento. Uno de ellos es el llamado remoto, en el que la pieza queda integrada en un sistema director de tiro independiente (en el ET es el sistema Skydor), que le proporciona los datos de puntería. En el otro modo, denominado local, el cañón actúa de forma autónoma, calculando y realizando la puntería sobre el blanco.[5, p. 1-3]

2.2 Antecedentes

En lo referente al empleo de algún tipo de arma contra embarcaciones, especialmente contra aquellas de gran velocidad como son las lanchas tipo *go-fast*, se puede encontrar algún antecedente en otros ejércitos. Es destacable el caso de EEUU, cuyo Departamento de Defensa está bastante sensibilizado sobre este asunto debido a los ataques sufridos por varios de sus buques cuando se encontraban atracados. Por ello, la US Navy desplegó el pasado año en algunos de sus buques la primer arma láser operativa.

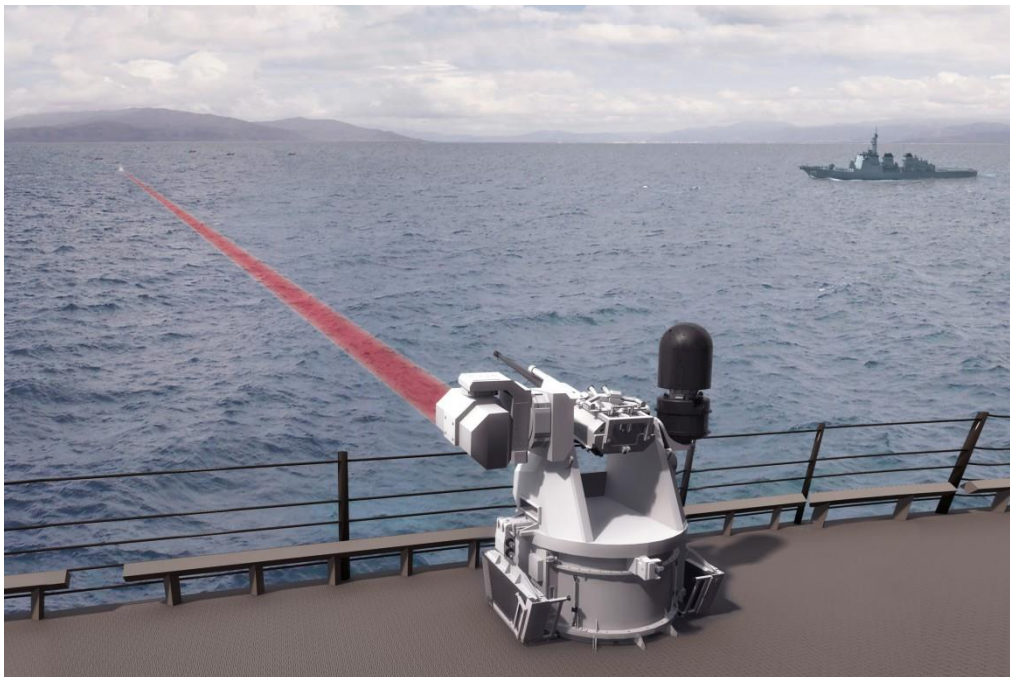


Figura 2.2: MK38 Tactical Laser System.[6]

Originalmente, este tipo de armas fueron creadas pensando principalmente en la destrucción masiva. Sin embargo, el ejército estadounidense ha decidido emplearla como arma de energía dirigida contra objetivos militares, sustituyendo así el empleo de misiles o proyectiles de artillería. Los primeros son bastante caros especialmente si son empleados contra objetivos pequeños, mientras que los proyectiles balísticos son adecuados para objetivos de gran tamaño, pero no para embarcaciones pequeñas con gran velocidad y maniobrabilidad. Por el contrario, este láser es altamente efectivo contra este tipo de objetivos, ya que, además de contar con un largo alcance y gran precisión, emite un haz de luz, lo que permite adquirir rápidamente al objetivo y su posterior destrucción en tiempo casi real.[6]

Por otra parte, se puede encontrar otro precedente relacionado con esta investigación, que consiste en el empleo del misil aire-superficie de corto alcance Mistral contra objetivos navales de superficie de pequeño tamaño. Se trata de una capacidad desconocida de este tipo de misiles, diseñados originalmente para defensa antiaérea de corto alcance contra aviones, helicópteros y UAVs, que ha quedado perfectamente demostrada con una prueba realizada en Francia. En dicha prueba, una torre SIMBAD-RC instalada en la costa destruyó mediante este misil una embarcación ligera que navegaba a 3 km de distancia. Esta torre de empleo remoto, y con capacidad para dos misiles, está diseñada para proteger buques de alto valor o embarcaciones ligeras.

La compañía MBDA España,² junto con Navantia,³ ha desarrollado una versión de esta torre con el objetivo de adaptarse a los requerimientos de la Armada Española para proteger sus buques principales. Esto guarda especial relación con este proyecto, ya que se propone el empleo de un misil diseñado para defensa antiaérea contra ataques llevados a cabo por embarcaciones tipo FIAC (Embarcación Rápida de Ataque Costero), las cuales son empleadas con frecuencia por grupos terroristas en el marco de conflictos de tipo asimétrico o de baja intensidad.[9]

² MBDA: compañía encargada de diseñar y fabricar misiles para gran cantidad de ejércitos del mundo.[7]

³ Navantia: empresa pública de España líder en el diseño y la construcción de buques civiles y militares de alta tecnología.[8]



Figura 2.3: Misil Mistral lanzado desde la torre SIMBAD-RC.[9]

En cuanto a la existencia de estudios realizados sobre el tema en cuestión de este proyecto, cabe destacar que aparentemente no existe ninguna investigación previa. Simplemente este planteamiento responde a un intento de solventar las necesidades expuestas en el apartado de motivación del trabajo mediante medios que ya posee el ET, no teniendo que costear el precio del material en sí y empleando de esta forma dicho material para cometidos adicionales a los que originalmente fue creado.

3 Desarrollo y resultados

3.1 Descripción del trabajo realizado

La cuestión que se propone consiste en analizar la posibilidad de emplear el cañón 35/90, que originalmente fue creado y adquirido por el ET para combatir aeronaves, contra objetivos marítimos, en particular, contra lanchas rápidas, es decir, contra embarcaciones que se mueven a gran velocidad y que se caracterizan por su gran maniobrabilidad. Para ello, se realiza un estudio detallado de las características técnicas de este cañón y de los sistemas que forman parte de la pieza con el objetivo de determinar la viabilidad del mismo para, primeramente, localizar el objetivo, seguidamente adquirirlo, y por último, si fuera necesario, hacer fuego con suficiente eficacia como para batirlo. Para complementar esta información y para que exista mayor certeza de que es posible realizar lo que se propone, se ha llevado a cabo una práctica real con la pieza antiaérea de 35 mm y sus diferentes sistemas, en la que esta trata de adquirir un objetivo que se encuentra a nivel del mar y se prepara para hacer fuego sobre el mismo.

Por otra parte, se busca determinar si es posible integrar el cañón 35/90 en la UDACTA NFC-1. Para resolver esta cuestión es necesario realizar un estudio de las características técnicas y tácticas de los materiales y sistemas que forman parte de un despliegue de AAA y ACTA. Esta parte del trabajo requiere realizar un análisis exhaustivo de las distintas configuraciones de enlace entre los medios productores de fuego, los sensores de exploración y los diferentes sistemas que forman parte de los despliegues para operar diversos materiales. El objetivo final es estudiar la compatibilidad de estos materiales dentro de un mismo sistema de Mando y Control, y así valorar la viabilidad de dicha integración desde el punto de vista técnico.

Por último, tras haber realizado todo el estudio técnico y táctico relacionado con la incorporación del cañón 35/90 a la UDACTA y llevado a cabo la simulación, se pretende realizar un estudio de la viabilidad de dicha integración desde el punto de vista operativo. Para ello se recurre a los factores de análisis de la herramienta DAFO.

3.2 Empleo del cañón 35/90 contra lanchas rápidas

Para tener una idea general sobre el cañón 35/90, es necesario presentar algunas de las características del mismo que son de interés para nuestro trabajo:[5, p. 4-5] (Véase Anexo B para una ficha técnica completa del cañón 35/90).

Calibre (mm)	Longitud del tubo (mm)	Longitud de retroceso (mm)	Alcance eficaz (m)	Duración de la trayectoria (s)	Puntería en orientación (°)	Puntería en elevación (°)
35	3150	25 a 55	4000	5,8	6400 (ilimitado)	mando eléctrico: -5 a +92 mando manual: -8 a +95

Tabla 3.1: Características técnicas del cañón 35/90.

Fuente: elaboración propia.[5, p. 4-5]

Como muestra la Tabla 3.1, el alcance de la pieza es perfectamente adecuado para el tipo de objetivos que se pretende batir (lanchas rápidas), ya que en general, la integración en la UDACTA está pensada para hacer frente a amenazas no muy lejanas, cercanas a la costa, con el fin de mejorar el nivel de reacción del despliegue. Por otra parte, el tiempo de duración de la trayectoria no es excesivo si se tiene en cuenta que la mayoría de las veces se va a hacer fuego a menos de 4 km. Asimismo, el cañón 35/90 posee un ángulo de elevación amplio y por debajo incluso de los 0°, siendo capaz la pieza de disparar con el cañón apuntando hacia abajo o disparar contra un objetivo próximo a la posición de la misma. Por lo tanto, teniendo en cuenta que además posee un ángulo de orientación ilimitado y que es capaz de realizar el apuntamiento con gran brevedad, resulta el arma ideal para batir este tipo de objetivos con gran eficacia.⁴

⁴ Existen otros cañones de AAA que en principio podrían haber sido propuestos para esto. Sin embargo, un análisis previo de las características de los mismos sugiere que el 35/90 es el más conveniente. Véase Anexo C para conocer las características de los principales cañones de AAA, y el Anexo D para una comparativa de los mismos.

Así pues, los datos recabados sobre la pieza sugieren que no existiría impedimento técnico alguno para realizar fuego sobre cualquier tipo de embarcación.



Figura 3.1: Pieza antiaérea de 35 mm.[10]

En el funcionamiento en modo remoto, la DT controla directamente las piezas a través de la línea de transmisión de datos, proporcionando vigilancia del espacio en un radio de unos 16 km, realizando la identificación del blanco y llevando a cabo el seguimiento automático del objetivo. Las piezas recibirán una alerta por parte de la DT y conectarán el control remoto. La DT cuenta con un calculador que continuamente calcula los ángulos de predicción y de tiro para cada pieza, las apunta e inicia el tiro. Esta es la manera óptima de utilizar sus posibilidades y la que tiene mayor probabilidad de destruir al enemigo. Debido a una situación de emergencia o por inoperatividad del sistema director de tiro, el funcionamiento puede ser en modo local, que puede ser controlado con mando eléctrico o manual. En la primera opción de mando, la pieza realizaría la adquisición, el seguimiento y el combate de la amenaza marítima de manera dependiente, sin necesidad de la DT, empleando su propio sistema de puntería y tiro. En el caso de que el sistema eléctrico de la pieza no esté operativo, se recurrirá al mando manual, en el que la pieza deberá ser apuntada y disparada mediante los mecanismos manuales correspondientes.

Con el objetivo de complementar los datos e información técnica sobre la misma descritos previamente y confirmar su capacidad para localizar y adquirir como objetivo un blanco que se encuentra a nivel del mar, se ha llevado a cabo una simulación con la pieza 35/90. Además, esta simulación resulta de especial interés para el caso concreto de este trabajo, ya que se ha centrado en vehículos que circulan por la autovía cuya velocidad es muy similar a la que pueden llevar las lanchas rápidas. El elemento clave, desde donde se ha llevado a cabo esta práctica, es la DT Skydor, compuesta por un *shelter* que va montado en un camión “Pegaso 250-M”.



Figura 3.2: SDT Skydor.[11, p.2]

En esta DT se pueden encontrar las consolas de los operadores, que están designadas para dos operadores, uno el Jefe de Sección y el otro el operador de seguimiento. Las dos estaciones operativas están situadas una al lado de la otra con el Jefe de Sección al lado derecho. Cada estación operativa consiste en una presentación en color con una pantalla táctil, unas teclas físicas del hardware, y un *trackball* o un joystick. La presentación por pantalla táctil sirve como el medio primario de operación. Se reservan las teclas físicas para las pocas funciones que requieren una reacción rápida del operador.

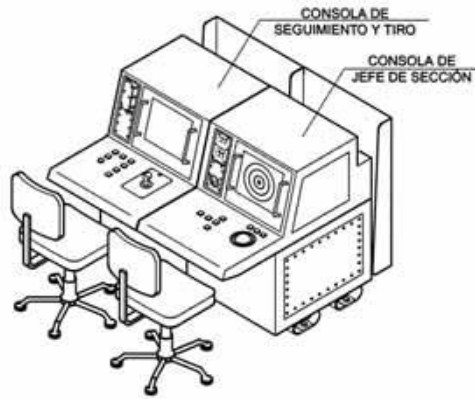


Figura 3.3: Consolas de los operadores del SDT Skydor.[11, p.1]

Para esta prueba, la única consola de interés es la de seguimiento y tiro. Esta consola facilita las siguientes funciones principales:

- Presentación de la imagen obtenida por las cámaras TV o IR.
- Presentación de la traza de alcance radar y datos numéricos de seguimiento y control de fuego.
- Presentación del estado del arma e inventario de municiones.
- Selección de la designación y los modos de seguimiento correctos.
- Selección entre los distintos métodos para cambiar el blanco.
- Dar la orden de fuego a las armas.
- Funciones de simulación para fines de instrucción y detección y localización de fallos.

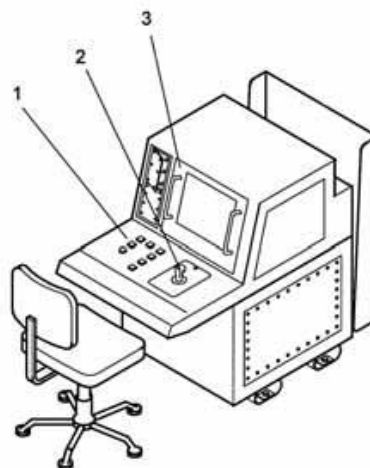


Figura 3.4: Consola de seguimiento y tiro del SDT Skydor.[11, p.3]⁵

⁵ 1-Teclas físicas de hardware; 2-Módulo de Joystick; 3-Monitor.

Con las imágenes que a continuación se exponen se pretende representar de manera visual en la medida de lo posible la simulación que se ha llevado a cabo en el SDT Skydor. Las imágenes pertenecen a dos videos respectivamente que se han realizado sobre la pantalla de seguimiento y tiro con el objetivo principal de mostrar la capacidad del SDT para localizar y adquirir objetivos que se encuentran a nivel del mar.

En dicha simulación, se presenta la imagen en la pantalla de seguimiento y tiro, como si de una televisión se tratara, de una carretera en la que circulan varios vehículos en ambos sentidos. La primera simulación, correspondiente al primer video, y por tanto, a la primera imagen (véase Figura 3.5), se ha llevado a cabo con el objetivo de explicar el funcionamiento de cada uno de los campos y de las teclas que lo componen, así como para mostrar la capacidad del SDT para localizar y adquirir como objetivo un vehículo en movimiento.



Figura 3.5: Consola de Seguimiento y Tiro del SDT Skydor en modo combate.

Fuente: elaboración propia.

La tecla TV, en color verde, se usa para seleccionar la cámara TV para el seguimiento de un blanco. En el apartado de “estado de seguimiento”, que indica la fuente de información sobre el seguimiento de ángulos que se usa en ese momento, en la esquina superior izquierda, está seleccionada la tecla “Ángulo VT”, es decir, seguimiento de vídeo. Por otra parte, en el apartado de “control de cámara”, se

presentan solo las teclas correspondientes a la cámara seleccionada, en este caso, la TV. En este campo, está seleccionada la tecla “Zoom de Manual”, permitiendo al operador cambiar entre control manual y automático del zoom.

Por otro lado, en la parte derecha de la pantalla, en la esquina superior derecha, se encuentra un campo llamado “Estado del Equipo”, donde está seleccionada la tecla “Avisos”, la cual se encuentra parpadeando (en rojo) durante toda la simulación, indicando continuamente las condiciones del sistema que requiere asistencia del operador. Justamente debajo se encuentra el campo “Control Pieza”, con las teclas de “Aviso Fuego” y el resto haciendo referencia a cada una de las piezas. La primera orienta al operador sobre cuándo puede abrir fuego. En este caso es gris, por lo que en ese preciso instante no se está listo para abrir fuego. Por ello, los dos indicadores de las piezas que hay debajo se encuentran en color rojo, indicando que el arma no está lista. Además, en la parte inferior de este campo, la tecla “Alarma Pieza” se encuentra parpadeando en amarillo durante 5 segundos, lo que indica que la alarma automática se ha disparado ya que la distancia al vehículo es menor de 7 km. Al mirar ahora al margen inferior de la imagen de la presentación TV, se pueden ver los datos numéricos de seguimiento y control de fuego:

D. Rad (1.70 km)	Alcance desde el radar de seguimiento hasta el vehículo
D. Las (0.00 km)	Alcance láser hasta el vehículo
V (18 m/s)	Velocidad del vehículo
Or. (803 mil)	Ángulo de orientación de seguimiento en el plano horizontal
H (11 m)	Altitud del blanco (sobre la unidad de sensores)
El (6 mil)	Ángulo de elevación de seguimiento, en el plano vertical
D. Imp (1.70 km)	Alcance hasta el punto de impacto sobre el vehículo
T. Vue (1.8 s)	Tiempo de vuelo del proyectil (el tiempo más corto para cualquiera de las armas)

Tabla 3.2: Datos numéricos de seguimiento y control de fuego.

Fuente: elaboración propia.

A lo largo del video, transcurren unos segundos hasta que el SDT adquiere el objetivo y comienza a realizar el seguimiento sobre el mismo. En ese momento, además de aparecer en la parte inferior de la imagen los datos numéricos de seguimiento, aparece una mancha amarilla que se puede ver en el interior de la barra vertical blanca situada en la parte izquierda de la imagen. Esto indica la intensidad de la señal que recibe el radar a lo largo del seguimiento. Por eso, en el momento en el que el vehículo pasa al lado de un arbusto que hay en la carretera, esta mancha amarilla desaparece, ya que la intensidad de la señal recibida durante ese instante se pierde. Así pues, el análisis de esta primera simulación demuestra que el SDT Skydor es capaz de localizar el vehículo y adquirirlo, obteniendo los respectivos datos e información sobre el mismo.

Por otra parte, se ha llevado a cabo una segunda simulación, correspondiente al segundo video, y por tanto, a la segunda imagen (véase Figura 3.6), cuya principal diferencia con respecto a la anterior es que en esta, además de demostrar la capacidad del SDT para localizar y adquirir el objetivo, pretende demostrar la disposición de las piezas para hacer fuego sobre este si fuera necesario.



Figura 3.6: Consola de seguimiento y tiro del SDT Skydor en modo combate.

Fuente: elaboración propia.

En esta imagen, correspondiente al segundo video, es imprescindible analizar el campo situado en el margen derecho de la imagen, denominado “Control Pieza”. En este caso, la tecla “Aviso de Fuego” se encuentra en color verde, lo que indica que al menos un arma está lista para abrir fuego y la expectativa de éxito es alta. Debajo de esta tecla se encuentran los dos indicadores del estado de cada cañón, estando el primero de ellos en color blanco, lo que indica que el arma se encuentra en modo remoto y lista para abrir fuego. El indicador de debajo, el correspondiente a la segunda pieza, está de color rojo, indicando que el arma no está lista. Esta segunda simulación confirmaría la disposición de unas de las piezas para abrir fuego si fuera necesario.

3.3 Integración del cañón 35/90 en la UDACTA NFC-1

Una vez confirmada la viabilidad técnica de la utilización del cañón 35/90 frente a objetivos a nivel del mar, o más en concreto contra lanchas rápidas, mediante el análisis de las especificaciones técnicas y la realización de una simulación de adquisición de objetivo y disposición para abrir fuego, nos centramos ahora en el segundo objetivo de este proyecto, que consiste en analizar la viabilidad de la integración de dicho cañón en la UDACTA, tanto desde el punto de vista técnico como el táctico. Para ello, es necesario profundizar en las características de su composición con el objetivo de aclarar la misión de cada uno de los elementos que la componen y sus distintas configuraciones de enlace.

La UDACTA consta de cuatro núcleos. Por un lado, se encuentra el núcleo de Mando y Control, donde se localiza el puesto de mando, junto con los elementos de enlace y apoyo, así como un centro de operaciones y un centro de transmisiones. Por otra parte, posee un núcleo de sensores, que está formado por los elementos de obtención orgánicos y de refuerzo que conforman la red de vigilancia para la detección, localización e identificación de trazas, entre los que se encuentra el POMO (Puesto de Observación Móvil) y el RAE (Radar de Exploración), que como se verá más adelante, son dos elementos importantes en el despliegue. Asimismo se encuentra el núcleo de fuego, o lo que es lo mismo, la batería de armas, que está compuesta por dos secciones de dos piezas de 155/52 VO7 cada una. Por último, se encuentra el núcleo de apoyo logístico, que está formado por los equipos de abastecimiento y mantenimiento.

Un elemento importante en la adquisición de objetivos es el POMO, que cuenta con una potente cámara que se encarga de identificar los buques que se encuentran en un radio de 20 kilómetros. Este se sitúa relativamente cerca del mar, para así abarcar un campo de visión mayor. Esta cámara aporta diferentes datos sobre los buques, pero no la distancia a la que se encuentran, que se obtiene mediante un telémetro láser. Por otro lado, se encuentra el RAE, que emite pulsos continuamente para detectar posibles ecos, es decir, las trazas navales. El seguimiento de la traza se realiza a través del SDT 9KA (Sistema Director de Tiro 9KA), localizado en el puesto de mando de batería, y encargada de realizar la puntería continuada de las piezas para batir objetivos en movimiento. A su vez, calcula, entre otros, los datos de distancia, velocidad y rumbo del objetivo, y los transforma en datos de tiro para ser introducidos en las piezas.

En cuanto a la integración propiamente dicha, el tipo de unidad 35/90 que podría agregarse a la UDACTA sería de una batería compuesta de tres secciones con dos piezas cada una integradas en una Dirección de Tiro SDT Skydor. Hasta este punto no existe ninguna complejidad. Sin embargo, en el aspecto táctico, se abren una serie de cuestiones a resolver entre las que destaca la integración en el sistema de Mando y Control de la UDACTA.

En las unidades de ACTA, la gestión del Mando y Control se lleva a cabo a través del sistema Hércules, que consiste en una aplicación de control de tráfico marítimo, en la que sobre una carta náutica se representan en tiempo real las trazas, reflejando su posición geográfica, rumbo y velocidad. Estos datos son obtenidos por los equipos POMO y RAE, además de aquellas trazas generales en el sistema desde el PCUDACTA (Puesto de Mando de la UDACTA) por correlación con otras aplicaciones o novedades de la Armada y resto de entidades colaboradoras en el control del tráfico marítimo tales como ENCOMAR (Entorno Colaborativo Marítimo), AIS (Sistema de Identificación Automática), etc. Todos los elementos integrados en la red de Mando y Control de la UDACTA comparten información, proporcionando al mando elementos de ayuda a la decisión. Asimismo, este sistema es el medio empleado para la transmisión de órdenes y acciones que se determinen sobre cualquier traza.

Se pueden plantear dos modelos u opciones de integración: por un lado, existe la posibilidad de integrar el 35/90 en el sistema Hércules mediante un terminal PC

colocado en el SDT Skydor, por lo tanto, esto obligaría a “correlar”⁶ las trazas que aporta el terminal con lo detectado por el propio SDT mediante su radar. De esta forma, sería posible un control automático sobre las piezas. En caso de no ser detectadas por el radar, el sistema optrónico de la DT (diurno o IR) permite la búsqueda del objetivo en la dirección y distancia indicada en el terminal Hércules y, tras ser localizado, se debe generar la traza en la DT de forma manual para poder asignar la orden de seguimiento y empeño a las piezas (opción A). Por otro lado, existe la posibilidad de integrar directamente las piezas a la SDT 9KA, que enviaría los datos de orientación y distancia a la pieza, y esta realizaría el apuntamiento manualmente. Esta opción requiere un estudio de los protocolos de software que utilizan ambos sistemas para su integración (opción B).

A. La primera opción que podemos plantear consiste en integrar el 35/90 en el sistema Hércules, es decir, incorporar en el sistema de Mando y Control de ACTA, y por lo tanto el de la UDACTA, la pieza de artillería antiaérea de 35 mm. Para ello se podría colocar un terminal PC, con el sistema Hércules incorporado en el SDT Skydor. Este PC irá conectado mediante un cable Ethernet al centro de transmisiones del SDT Skydor, el cual se enlazará con la estación Hércules que forma parte del despliegue de la UDACTA. Esta estación Hércules irá conectada a la red general WAN que engloba las diferentes redes LAN de los distintos servidores Hércules que hay en la UDACTA. De esta forma, se podrá ver en el PC lo mismo que en el resto de terminales que poseen el sistema Hércules.

Una vez realizado esto, el radar de búsqueda incorporado en la Unidad de Sensores que posee el SDT, capaz de detectar embarcaciones además de aviones, trasladará las trazas navales que detecta. En el hipotético caso de que el radar no detecte en algún determinado momento dichas trazas, el TCO (Oficial de Control Táctico) se encargará de generar las trazas de forma manual en la pantalla y ordenar su empeño. Una vez que estas aparecen en la pantalla de seguimiento y tiro, será necesario correlar las mismas con las que aparecen en el PC que tiene implantado el sistema Hércules, que como se expuso anteriormente son detectadas por elementos como el POMO o el RAE. De esta forma, sería posible realizar un control automático sobre las piezas, ya que en este caso, no se mezcla ningún material de antiaérea con alguno de costa, sino que es el

⁶ Correlar: término militar que consiste en, una vez mostradas las trazas en ambas consolas, comparar ambos monitores para identificar cada traza correctamente.

SDT Skydor el que directamente controla sus propias piezas, siendo posible el funcionamiento en modo remoto de las mismas. La única diferencia con respecto al empleo habitual de la UT (Unidad de Tiro) es que, en este caso, los objetivos adquiridos ahora son embarcaciones (lanchas rápidas) en vez de aeronaves.

B. La segunda opción presentada plantea la posibilidad de integrar directamente las piezas de 35 mm al SDT 9KA (Dirección de Tiro de ACTA), suprimiendo así la figura del SDT Skydor del despliegue. Asimismo, se modifica la UT habitual del 35/90, ya que las piezas no emplearían su SDT, sino que estarían conectadas con el SDT de ACTA. Esto supone que no pueda ejercerse un control automático sobre las piezas como en la opción anterior, y por lo tanto, estas tendrían que trabajar en modo manual y nunca en remoto, haciendo el proceso menos efectivo. Esta conexión, entre el SDT 9KA y las piezas de 35/90, se realiza mediante cable CBO o cable de campaña (enlace datos), siendo esta la única forma posible de enlazar ambos elementos. De esta manera, los datos de orientación y distancia serían enviados a las piezas a través de cable desde el SDT 9KA y estas realizarían el apuntamiento de forma manual (véase Anexo E para facilitar la comprensión de los diferentes tipos de enlaces).

En base al análisis realizado, es posible afirmar que la opción B representa la forma idónea de llevar a cabo esta integración, debido a que, por un lado, se suprimiría un elemento del despliegue, siendo solo necesario incorporar a la UDACTA un elemento de antiaérea (piezas), y no el SDT Skydor. Por otro lado, esto supone un notable ahorro económico debido a la menor necesidad de, entre otros factores, personal y logística, así como la gran ventaja que supone contar con un elemento menos, desplegando y replegando de forma más sencilla y rápida. Además, no sería necesario implantar ningún terminal PC con el sistema Hércules ya que el SDT 9KA ya cuenta con él.

3.4 Evaluación de la viabilidad operativa

Una vez confirmada la viabilidad desde un punto de vista técnico y táctico de la utilización del cañón y de su integración en la UDACTA, es necesario evaluar la viabilidad del proyecto desde un punto de vista operativo. Para ello, se han tenido en cuenta factores administrativos, económicos y de rentabilidad en un sentido general, empleando la herramienta de análisis DAFO. Este análisis se realiza desde el punto de

vista de la operatividad que supone esta integración. Dicha herramienta consiste en la elaboración de una tabla mediante la cual se establecen las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de cualquier tipo de gestión, actividad, empresa, producto, servicio, etc. Este análisis se divide en dos partes, una interna (fortalezas y debilidades), que se lleva a cabo para conocer la situación teniendo en cuenta estos dos factores, y otra externa, en la que se analiza la situación considerando las amenazas, con el objetivo de superarlas, y las oportunidades, a fin de aprovecharlas.

La siguiente tabla presenta de forma clara y esquemática las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas detectadas en el contexto de este proyecto.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor nivel de autodefensa y capacidad de reacción de la UDACTA. ▪ Generación de un mayor volumen de fuegos de forma rápida. ▪ Mejor aprovechamiento de los materiales del ET. ▪ Esta integración supone un primer paso hacia la unificación de sistemas y procedimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Objetivo a una distancia fuera del alcance eficaz del cañón. ▪ No existe normativa ni método de actuación sobre el empleo de este cañón sobre objetivos marítimos.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Batir objetivos aéreos que puedan amenazar el despliegue además de los objetivos navales. ▪ Control del espacio aéreo además del marítimo. ▪ Importante ahorro económico (no es necesario adquirir un nuevo material para cubrir esta necesidad). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daños colaterales sobre otras embarcaciones. ▪ Carencia de este cañón en determinadas unidades durante un determinado tiempo. ▪ Posibles fallos técnicos debido a un uso para el que no está diseñado.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS

Tabla 3.3: Análisis DAFO de la integración desde un punto de vista operativo.

Fuente: elaboración propia.

En primer lugar, como se puede ver en Tabla 3, existen un gran número de fortalezas que representan los principales puntos fuertes de esta integración. El primero y más importante es el incremento del nivel de autodefensa y de reacción del

despliegue, algo beneficioso y necesario, ya que hasta el momento la UDACTA carece de ello. Además permite realizar una mayor cantidad de fuegos y de forma más rápida sobre el blanco, aumentando en gran medida la eficacia de esta organización operativa. Por otra parte, este cañón sería empleado para un mayor número de actividades de las que fue pensado en el momento de su creación, realizando así un mejor aprovechamiento del material, lo que resultaría de gran interés para el ET. Otra de las fortalezas que merece especialmente la pena destacar es el paso que supondría llevar a cabo esta integración hacia la unificación de sistemas y procedimientos. Esto supone un factor muy importante para el ET e incluso para todas las FAS.

Al mismo tiempo que surgen estas fortalezas, se detectan también una serie de debilidades que podrían condicionar la integración del cañón 35/90 en la UDACTA. Por un lado, es cierto que el objetivo se puede encontrar fuera del alcance eficaz de la pieza, es decir, a más de 4 km. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que el principal uso que se realizaría de esta pieza sería como autodefensa del propio despliegue o del punto o puerto que defiende la UDACTA. Por lo tanto, la mayoría de las veces la embarcación se encontrará muy cercana a estos puntos y con seguridad a una distancia menor del alcance eficaz del cañón. Otra posible debilidad sería que, al tratarse de un procedimiento innovador y prácticamente pionero entre los ejércitos del mundo, no existe método de actuación alguno ni tampoco normativa sobre el empleo de esta pieza contra embarcaciones. Cabe destacar, sin embargo, que esto realmente no supone un gran impedimento, ya que el ET, una vez realizada la integración y normalizada la situación, podría establecer su propio método de actuación en base a los resultados de alguna prueba o ejercicio realizado.

Por otra parte, surgen una serie de oportunidades que deben ser aprovechadas para hacer esta integración más productiva y rentable. Aunque esta pieza sea incorporada a la UDACTA para batir objetivos navales de gran velocidad y maniobrabilidad, puede seguir cumpliendo la función para la que originalmente fue diseñada batiendo objetivos aéreos en caso de ser considerados como una amenaza. De esta forma se mantendría también el control del espacio aéreo además del marítimo. Respecto al apartado económico, supondría una excelente oportunidad para suplir la necesidad de incrementar la capacidad de reacción de la UDACTA sin necesidad de adquirir ningún material nuevo, ya que esta función puede ser cumplida por una pieza que ya posee el ET, suponiendo un importante ahorro económico.

Por último, es necesario considerar una serie de amenazas que podrían presentarse una vez realizada esta integración o durante el empleo del cañón. Una de ellas son los daños colaterales que un tiro de esta pieza contra un objetivo naval puede causar a otra embarcación, debido a la gran magnitud de la explosión y de la repercusión que puede tener en el mar. Sin embargo, hay que tener en cuenta que esto también puede ocurrir, en mayor o menor medida, en un tiro de campaña, y más aún cuando se trata de un objetivo de pequeño tamaño y que puede no encontrarse totalmente aislado. Otra posible amenaza sería que se produjera algún fallo técnico en el cañón o en la pieza debido a que probablemente el tiro se tendría que realizar con un ángulo de elevación diferente al habitual al haber cambiado aviones por embarcaciones. Finalmente, en cuanto a la carencia que puedan tener ciertas unidades que poseen el cañón 35/90 cuando estos están siendo empleados en la UDACTA, no supondría un gran impedimento siempre y cuando estas unidades cuenten con más de una pieza y que puedan seguir cumpliendo con sus funciones.

Se puede concluir, como es evidente, que el peso de las fortalezas es mayor que el de las debilidades en lo que respecta al análisis interno, mientras que en el externo, existen buenas oportunidades que pueden ser aprovechadas a la vez que las amenazas pueden ser paliadas. Por consiguiente, se determina que, en términos generales la integración que se propone en este proyecto, es positiva y recomendable para la UDACTA, siempre y cuando se dispongan medidas para evitar las amenazas detectadas.

3.5 Resultados

Con el fin de exponer los resultados obtenidos de una forma clara y concisa, se va a emplear la herramienta denominada “checklist”, que se trata de un método visual de verificar el cumplimiento de una serie de puntos que se consideran de gran importancia para la consecución de los objetivos de este proyecto.

¿Es posible desde un punto de vista técnico emplear el cañón 35/90 contra objetivos a nivel del mar y contra lanchas rápidas?

En base a las características exclusivamente técnicas que posee este cañón expuestas anteriormente, no existe ningún impedimento para realizar un tiro con esta pieza

contra un objetivo a nivel del mar. Además, estas son perfectamente adecuadas para este tipo de embarcaciones en particular, lanchas de gran velocidad y maniobrabilidad, ya que permiten al cañón apuntar de forma muy rápida.

¿Es capaz el SDT Skydor de localizar, adquirir y realizar el seguimiento a un blanco que se encuentra a nivel del mar?

Tras realizar una simulación en el SDT Skydor, sustituyendo las lanchas rápidas por vehículos que circulan por la carretera a una velocidad similar a las mismas, se determina que el radar que la DT posee es capaz de realizar el seguimiento de un objetivo a nivel del mar y estar en disposición de hacerle fuego.

¿Es posible desde un punto de vista técnico integrar el cañón 35/90 en la UDACTA?

Existen dos vías de integración del cañón 35/90 en la UDACTA. La primera de ellas es integrar directamente las piezas al SDT 9KA, suprimiendo así la figura del SDT Skydor del despliegue. La segunda opción consiste en integrar el 35/90 en el sistema Hércules, es decir, incorporarlo en el sistema de Mando y Control de ACTA, y por lo tanto el de la UDACTA. Para ello la solución propuesta es la de colocar un terminal PC, con el sistema Hércules incorporado, en el SDT Skydor.

¿Mejora el nivel de protección del punto o puerto al que la UDACTA defiende?

El nivel de protección de dicho puerto o cualquier otro punto mejora considerablemente debido a que con este cañón la UDACTA, ahora sí, podría hacer frente con gran efectividad a ataques llevados a cabo por lanchas rápidas. Además, puede realizar también un control del espacio aéreo aparte del marítimo.

¿Aporta esta integración beneficios significativos a la propia UDACTA?

Esta integración aporta grandes beneficios entre los que destacan el incremento de la capacidad de reacción y el nivel de autodefensa del despliegue.

¿Son las fortalezas y oportunidades mayores que las debilidades y amenazas?

El estudio realizado en este proyecto demuestra que tienen mucho más peso las fortalezas y oportunidades que las debilidades y amenazas. Se demuestra además, que existen formas de paliar o incluso evitar dichas debilidades y amenazas.

¿Se mantiene la capacidad del resto de unidades de 35/90?

Las unidades de AAA que poseen el 35/90 cuentan con varios cañones entre su dotación. Por lo tanto, salvo casos excepcionales, la mayoría de ellas pueden seguir cumpliendo con sus cometidos a pesar de que cuenten con un cañón menos durante los seis meses que la UDACTA permanece activada.

¿Aporta beneficios al ET la integración del cañón 35/90 en la UDACTA?

El aprovechamiento del material aumenta significativamente, ya que este cañón estaría siendo empleado para un mayor número de cometidos para los que había sido creado originalmente. Además, supone un ahorro económico al ET ya que se soluciona la carencia que tenía la UDACTA con material propio.

4 Conclusiones

4.1 Conclusiones obtenidas e impacto

Tras la realización de este trabajo, se ha llegado a la conclusión de que las embarcaciones tipo *go-fast* o lanchas rápidas son un objetivo muy complicado de batir para las unidades de ACTA debido a su velocidad y, sobre todo, a su maniobrabilidad. Los equipos radáricos actuales son capaces de detectarlas, pero su combate es mucho más complicado. Por ello, integrar un sistema como el 35/90, capaz de apuntar muy rápidamente sus armas en una dirección y a una distancia concreta y poder generar un volumen de fuego considerable rápidamente, podría ser una solución adecuada ante estos objetivos. De esta forma, ante este tipo de ataques, que también pueden ser realizados como maniobra de decepción, no sería necesario emplear los cañones 155/52 de ACTA y por lo tanto, tampoco habría que impedirles por un tiempo la realización de los cometidos para los que han sido desplegados y que realmente son capaces de realizar. Además, la integración del 35/90 en el despliegue de la UDACTA aumentaría considerablemente la capacidad de reacción de la misma, suponiendo una importante mejora en el nivel de autodefensa del despliegue.

Por otra parte, a lo largo de la elaboración de este proyecto, se han detectado numerosas limitaciones relacionadas sobre todo con el control sobre las piezas que provocan que las actividades que se llevan a cabo en la UDACTA sean de excesiva complejidad y además no sean lo suficientemente rápidas o tan adecuadas como deberían. La más importante es la complejidad que supone contar con diferentes sistemas y programas para cada una de las diferentes modalidades de artillería (costa, antiaérea y campaña), ya que en el caso de tener la necesidad de implementar o combinar la información recibida en un programa con la información que se recibe en otro, es imposible hacerlo debido a la incompatibilidad entre los sistemas. Además, no solo se trata de contar con varios sistemas diferentes en un mismo despliegue, sino que también es necesario tener en cuenta que cada programa ha sido desarrollado por diferentes empresas civiles, lo que los hace aún más divergentes. Todo esto provoca que, a la hora de intentar compartir información o cooperar entre diferentes unidades, la única opción posible de hacerlo sea por vía radiofónica, lo que impide el cumplimiento de los cometidos de la manera más idónea, rápida y eficaz.

Por todo esto, tras haber realizado el correspondiente análisis técnico y táctico, haber empleado diversos métodos y herramientas de ayuda a la decisión y haber llevado a cabo varios estudios sobre la viabilidad en base a diversos factores, se puede concluir que es, no solo viable sino también beneficioso, tanto el empleo del cañón 35/90 contra lanchas rápidas como su integración en la UDACTA NFC-1.

4.2 Líneas futuras de trabajo

Una vez analizadas las conclusiones de este trabajo y conocidas las limitaciones, puede resultar conveniente establecer unas líneas posibles de mejora para el futuro. Entre estas destaca la necesidad de unificar ciertos sistemas, procedimientos e incluso algunos materiales en la medida de lo posible. Quizás sea una utopía, pero si en el arma de artillería emplearan todas las unidades el mismo sistema de Mando y Control, válido para aeronaves, embarcaciones y objetivos terrestres, todos estos tipos de integraciones o cooperaciones serían directamente factibles desde el principio, sin necesidad de adaptar o realizar modificaciones complejas de ningún elemento del despliegue. Además, a largo plazo, supondría un ahorro de dinero considerable, ya que no sería necesario hacer frente a los costes de mantenimiento que suponen los tres sistemas actuales. Para ello, se podría incentivar a ciertas empresas civiles a desarrollar un único programa mediante el cual se pueda ejercer el Mando y Control del entorno terrestre, marítimo y aéreo.

Y esto cobra aún más sentido si se toma como marco el proyecto “Brigada 2035”⁷ que se está desarrollando en el ET, ya que este se caracteriza entre otras muchas cosas por un mando conjunto con aliados. Por lo tanto, habrá que unificar procedimientos, en la medida de lo posible, no solo en el ámbito nacional sino también en el internacional con los demás ejércitos con los que España colabora con frecuencia. Además, se pretende conseguir con dicho proyecto una mayor interoperabilidad, para lo que resulta esencial el intercambio de datos, información y conocimiento, algo que se conseguiría con esta unificación. Asimismo, en lo que respecta a la artillería, el plan de la “Brigada 2035” para dicha arma es una plena integración y centralización en red de los fuegos,

⁷ Modelo que se está diseñando con el objetivo de adaptar el ET al entorno operacional que se prevé en el horizonte de ese año.

así que, nuevamente, es totalmente necesaria una reducción de la cantidad de sistemas que actualmente hay en este campo.

4.3 Transferibilidad

Una vez realizada la investigación para este Trabajo de Fin de Grado, y alcanzadas ciertas conclusiones sobre el mismo, se puede pensar en la posibilidad de transferir algunas de las conclusiones obtenidas a otras áreas o aspectos del ET, o incluso de todas las FAS.

Una de las mayores limitaciones encontradas en la elaboración de este trabajo ha sido, como se ha expuesto anteriormente, la gran diversidad de sistemas y programas que existen en un mismo despliegue. Pero esto no solo ocurre en el arma de artillería, es decir, en un despliegue exclusivamente de artillería, sino que también ocurre en otros tipos de despliegues, lo que dificulta la colaboración entre elementos de diferentes armas en el caso de, por ejemplo, el despliegue de una brigada.

Además, no solo se reduce al ámbito del ET, ya que en ACTA es constante la comunicación y cooperación con la Armada, tanto en maniobras y operaciones como incluso en ejercicios de instrucción llevados a cabo cada semana. Asimismo, este hecho ocurre exactamente de la misma manera entre las unidades de AAA y el Ejército del Aire. Por ello, y por lo expuesto en el párrafo anterior, es fundamental realizar una unificación en la medida de lo posible de procedimientos y materiales con el objetivo de facilitar la realización de las diversas actividades que requieren cooperación entre distintas armas y cuerpos.

5 Bibliografía

- [1] MADOC. “Empleo de la artillería de costa”, PD4-302, 2016, pp. 4-5.
- [2] Ministerio de Defensa, “Regimiento de Artillería de Costa nº 4”, 2012.
Disponible en:
<http://www.ejercito.mde.es/unidades/Cadiz/racta4/Localizacion/index.html>.
[Accedido: 13-oct-2019]
- [3] A. Ahedo Pellitero, “Misión tipo: composición (núcleos), empleo, cometidos y empleo de núcleos”, NOP UDACTA 32/16, 2017, p. 7.
- [4] EMAD, *Concepto de Empleo de las Fuerzas Armadas*, 2017.
- [5] MADOC. “CAAAL 35/90”, en Tomo I del *Manual de Sistemas de Armas de Artillería sobre materiales de antiaérea*, 2011, pp. 1-9.
- [6] J. M. Navarro García, “El láser llega al campo de batalla naval”, *Revista Defensa* nº434, 24-jul-2018. Disponible en: <https://www.defensa.com/en-abierto/laser-llega-campo-batalla-naval1>. [Accedido: 23-sept-2019]
- [7] *MBDA Missile Systems*, 2019. Disponible en: <https://www.mbda-systems.com/>.
[Accedido: 23-sept-2019]
- [8] *NAVANTIA*, 2018. Disponible en: <https://www.navantia.es/es/sobre-nosotros/quienes-somos/>. [Accedido: 23-sept-2019]
- [9] J. M. Navarro García, “El misil Mistral demuestra su capacidad para abatir blancos de superficie”, *Revista Defensa*, 11-ene-2019. Disponible en:
<https://www.defensa.com/industria/misil-mistral-demuestra-capacidad-para-abatir-blancos-superficie>. [Accedido: 23-sept-2019]
- [10] Ministerio de Defensa, “Ejercicio de tiro antiaéreo del cañón 35/90 del Regimiento de Artillería Antiaérea nº 94”, 2018. Disponible en:
http://www.ejercito.mde.es/noticias/2018/06/6726_tiro_antiaereo_raaa.html.
[Accedido: 7-oct-2019]
- [11] MADOC. “D.T. SKYDOR” en Tomo III del *Manual de Sistemas de Armas de Artillería sobre materiales de antiaérea*, 2011, pp. 1-3.

- [12] RACTA, “La Bombarda”, *Revista de información del RACTA-4*, nº18, 2017, pp. 35.
- [13] Ministerio de Defensa, “Cañón AAA 35/90 GDF-007”, 2012. Disponible en: http://www.ejercito.mde.es/materiales/artilleria_antiaerea/caaa35-90-007.html. [Accedido: 9-oct-2019]
- [14] Ministerio de Defensa, “Sistema de misiles PATRIOT”, 2012. Disponible en: http://www.ejercito.mde.es/materiales/artilleria_antiaerea/PATRIOT.html. [Accedido: 10-oct-2019]
- [15] “Así son los misiles del Grupo Patriot del Ejército de Tierra español”, *Revista Defensa*, 11-sept-2015. Disponible en: <https://www.defensa.com/espana/asi-son-misiles-grupo-patriot-ejercito-tierra-espanol>. [Accedido: 10-oct-2019]
- [16] Ministerio de Defensa, “Sistema Misil Hawk, 2012. Disponible en: http://www.ejercito.mde.es/materiales/artilleria_antiaerea/HAWK.html. [Accedido: 10-oct-2019]
- [17] J. Maiz, “‘Eagle Eye’ 2016, los medios de la defensa aérea de España a prueba”, *Revista Defensa*, 16-mayo-2016. Disponible en: <https://www.defensa.com/galeria/eagle-eye-2016-medios-defensa-aerea-espana-prueba>. [Accedido: 1-oct-2019]
- [18] Ministerio de Defensa, “Sistema de misil antiaéreo avanzado (NASAMS)”, 2012. Disponible en: http://www.ejercito.mde.es/materiales/artilleria_antiaerea/NASAMS.html. [Accedido: 10-oct-2019]
- [19] “El ejército pone a prueba su misil ‘Amraam’ y su sistema de lanzamiento ‘NASAMS’”, *Revista de Defensa y Seguridad en España y Latinoamérica*, 7-nov-2016. Disponible en: <https://www.infodefensa.com/es/2016/11/07/noticia-ejercito-prueba-misile-amraam-sistema-lanzamiento-nasams.html>. [Accedido: 11-oct-2019]
- [20] Ministerio de Defensa, “Sistema misil Mistral”, 2012. Disponible en: http://www.ejercito.mde.es/materiales/artilleria_antiaerea/MISTRAL.html. [Accedido: 16-oct-2019]

- [21] J. M. Navarro García, “MBDA España estudiará la evolución del sistema Mistral a la versión Mistral 3”, *Revista Defensa*, 29-ago-2016. Disponible en:
<https://www.defensa.com/espana/mbda-espana-estudiara-evolucion-sistema-mistral-version-mistral>. [Accedido: 17-oct-2019]
- [22] Ministerio de Defensa, “Materiales”, 2012. Disponible en:
<http://www.ejercito.mde.es/materiales/index.html>. [Accedido: 21-oct-2019]

Anexos

A Organigrama del MACA

Este organigrama se expone con el objetivo de facilitar la comprensión de la estructura del MACA, compuesto por tres regimientos, y estructura donde se encuentra encuadrado el RACTA-4, que resulta de especial interés para este trabajo ya que es el lugar donde se han desarrollado las prácticas externas. Este regimiento corresponde con la estructura situada en el centro de la figura, que se divide en dos partes: por un lado, el acuartelamiento “Camposoto”, en San Fernando, donde se encuentra la cabecera del Regimiento y el grueso de sus unidades. Por otro lado existen dos destacamentos, uno en el Acuartelamiento “El Bujeo” y el otro en el Acuartelamiento de “Punta Camarinal”, ambos situados en el término municipal de Tarifa (Cádiz).

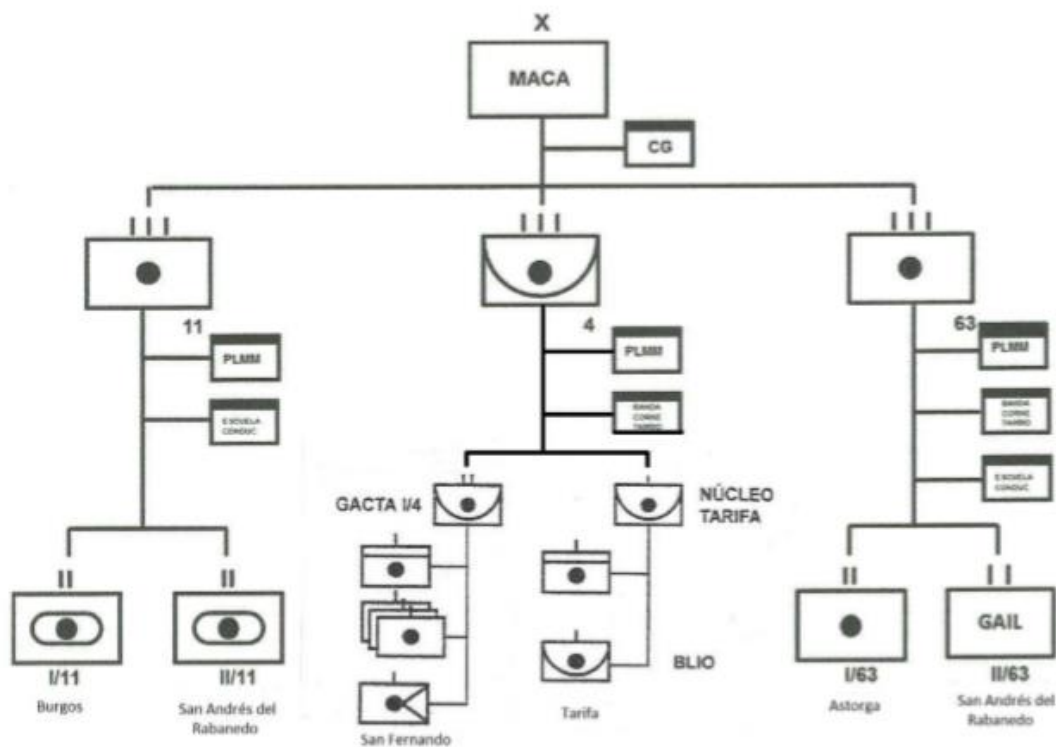


Figura A.1: Organigrama del MACA.[12]

B Ficha completa de las características técnicas del cañón 35/90

Nombre	Cañón AAA 35/90 GDF-007
Composición	Montaje, cuna, equilibradores, masa reculante, mecanismos automáticos de carga y recargadores automáticos de munición, mecanismos de puntería en orientación y elevación, SDT, sistema hidráulico de nivelación, sistema de frenos neumáticos y caja de control de pieza
Modos de funcionamiento	-Remoto -Local (mando eléctrico o manual)
DT	Skydor
Cadencia por tubo	550 disparos/min.
Sirvientes	4
Alcance	4 km
Alcance horizontal	11.2 km
Vida normal tubo	5000 disparos
Cota	Baja y muy baja
Capacidades	Movilidad y despliegue en terreno variado. Defensa contra ataques aéreos y con capacidad de disparar munición AHEAD

Tabla B.1: Características principales del 35/90.

Fuente: elaboración propia en base a [13].

Calibre	35 mm
Longitud del tubo	3150 mm
Estrías	24
Rayado progresivo	Dextrosum
Velocidad de tiro	550 disparos/min.
Longitud de retroceso	25 a 55 mm
Alcance eficaz	4 km
Duración de la trayectoria	5.8 seg.

*Tabla B.2: Características del cañón 35/90.
Fuente: elaboración propia en base a [5, p. 4-5].*

Dimensiones	830x790x750 mm
Peso con munición	340 kg
Peso vacío	210 kg

*Tabla B.3: Características del MAC del 35/90.
Fuente: elaboración propia en base a [5, p. 4-5].*

Dimensiones	1260x660x1140 mm
Peso con munición	340 kg
Peso vacío	210 kg

*Tabla B.4: Características del RECA del 35/90.
Fuente: elaboración propia en base a [5, p. 4-5].*

Sector de puntería	Ilimitado (6400°)
Velocidad de puntería	2000°/seg.
Aceleración	300°/seg. ²
Duración de una rotación (mando local)	5.2 seg.
Duración de una rotación (mando remoto)	3 seg.

Tabla B.5: Características de la puntería en orientación del 35/90.

Fuente: elaboración propia en base a [5, p. 4-5].

Sector de puntería (mando eléctrico)	-88 a 1644°
Sector de puntería (mando manual)	-142 a 1689°
Velocidad de puntería (máx.)	1000°/seg.
Aceleración (máx.)	2000°/seg. ²
Duración giro (de 0° a 1600°)	1.5 seg.

Tabla B.6: Características de la puntería en elevación del 35/90.

Fuente: elaboración propia en base a [5, p. 4-5].

Longitud, con lanza prolongada	8350 mm
Longitud, con lanza estándar	7900 mm
Altura total	2700 mm
Anchura total	2260 mm
Distancia entre ejes de ruedas	3800 mm
Mínimo espacio libre con el terreno	300 mm

Tabla B.7: Datos de las dimensiones del 35/90 en posición de marcha.

Fuente: elaboración propia en base a [5, p. 7].

Velocidad máxima de remolque en carretera	80 km/h
Inclinación máxima lateral	12°
Pendiente máxima	21°
Mínimo radio de giro	7 m
Sistema de frenos	Neumático (dos)

Tabla B.8: Características de todo terreno del 35/90.

Fuente: elaboración propia en base a [5, p.7].

Radio de giro horizontal de los tubos	4630 mm
Altura de los tubos (gatos extendidos)	6475 mm
Altura de los tubos (gatos retraídos)	6190 mm
Espacio libre al terreno (gatos extendidos)	1845 mm
Espacio libre al terreno (gatos retraídos)	1280 mm
Longitud de la pieza (lanza prolongada)	9280 mm
Longitud de la pieza (lanza estándar)	8780 mm
Longitud del afuste inferior (lanza prolongada)	8050 mm
Longitud del afuste inferior (lanza estándar)	7550 mm

Tabla B.9: Posición de tiro del 35/90.

Fuente: elaboración propia en base a [5, p. 8].

Duración	4 seg.
Distancia	3 km
Velocidad inicial	1170 seg.
Peso disparo completo	1.58 kg
Peso proyectil	0.55 kg

*Tabla B.10: Características de la munición del 35/90.
Fuente: elaboración propia en base a [5, p. 9].*

Cada MAC	8 cargadores a 7 proyectiles = 56 disparos
Cada RECA	12 cargadores a 7 proyectiles = 84 disparos
Disparos por cañón	140 disparos
Disparos por pieza	280 disparos

*Tabla B.11: Capacidad de munición del 35/90.
Fuente: elaboración propia en base a [5, p. 9].*

C Descripción de los materiales de AAA

Nombre	Sistema de misiles PATRIOT
Alcance	70 km
Cota	De muy baja hasta alta
Techo	24 km
Velocidad	5 mach
Capacidades	Contrarrestar misiles balísticos tácticos (TBM), misiles de crucero (CM), objetivos de pequeña sección radar (LCSR) y aviones de última generación
Sistema de guiado	Activo

*Tabla C.1: Características técnicas del sistema de misiles PATRIOT.
Fuente: elaboración propia en base a [14].*



Figura C.1: Sistema de misiles PATRIOT.[15]

Nombre	Sistema misil Hawk
Alcance	40 km
Cota	Baja y muy baja
Techo	18 km
Velocidad	2.5 mach
Capacidades	Detección, identificación, seguimiento y destrucción de objetivos aéreos a media y baja altura
Sistema de guiado	Semiactivo

*Tabla C.2: Características técnicas del sistema misil Hawk.
Fuente: elaboración propia en base a [16].*



Figura C.2: Sistema misil Hawk.[17]

Nombre	Sistema de misil antiaéreo avanzado (NASAMS)
Alcance	25 km
Cota	Baja y muy baja
Techo	8 km
Velocidad	2 mach
Capacidades	Sistema AAA, móvil remolcado, para la defensa a media altura, combatiendo en red Posibilidad de hacer fuego sin visión directa y de lanzar los seis misiles a la vez
Sistema de guiado	Auto-guiado activo

Tabla C.3: Características técnicas del sistema de misil antiaéreo avanzado (NASAMS).

Fuente: elaboración propia en base a [18].



Figura C.3: Sistema de misil antiaéreo avanzado (NASAMS).[19]

Nombre	Sistema misil Mistral
Alcance	6 km
Cota	Baja y muy baja
Techo	3 km
Velocidad	2.5 mach
Capacidades	Sistema de AAA para la defensa de unidades de maniobra
Sistema de guiado	Pasivo

*Tabla C.4: Características técnicas del sistema misil Mistral.
Fuente: elaboración propia en base a [20].*



Figura C.4: Sistema misil Mistral.[21]

D Comparativa de los distintos materiales de AAA

Tras haber presentado en los Anexos A y B respectivamente un estudio de las características técnicas de los diferentes materiales de AAA, es conveniente realizar un breve comentario sobre la razón por la que el cañón 35/90 se trata de la pieza idónea para batir lanchas rápidas e integrarla en la UDACTA. En primer lugar, como se puede observar en la Tabla D.1, esta pieza posee el alcance más razonable acorde a la situación planteada, ya que el objetivo es proporcionar una mayor capacidad de reacción y autodefensa en caso de que se produjera un ataque por parte de una lancha rápida cercano al punto o puerto que está defendiendo la UDACTA. Es evidente, que tanto el PATRIOT como el Hawk, que poseen un alcance muy superior al requerido en este caso, además de ser empleados principalmente para elementos aéreos de media y alta cota, no podrían ser empleados de ninguna manera contra objetivos navales.

	ALCANCE
PATRIOT	70 km
NASAMS	40 km
HAWK	25 km
MISTRAL	6 km
35/90	4 km

Tabla D.1: Comparativa del alcance de los materiales de AAA.

Fuente: elaboración propia en base a [22].

Por otro lado, el sistema Mistral presenta en general características similares al 35/90, por lo que se podría pensar también en este sistema para ser empleado en esta situación. Sin embargo, para batir estas lanchas de gran velocidad y maniobrabilidad, se necesita una pieza capaz de realizar un gran volumen de disparos en poco tiempo, como es el caso del 35/90, al contrario del sistema Mistral, que no posee la capacidad para ello.

	CADENCIA
MISTRAL	3 disparos/min.
35/90	1100 disparos/min.

Tabla D.2: Comparativa de la cadencia de los sistemas Mistral y 35/90.

Fuente: elaboración propia en base a [29].

Por último, el cañón 35/90 posee un gran elemento facilitador de la localización, adquisición y seguimiento de un objetivo a nivel del mar, como es la DT Skydor, lo que convierte a esta pieza la idónea para este proyecto.

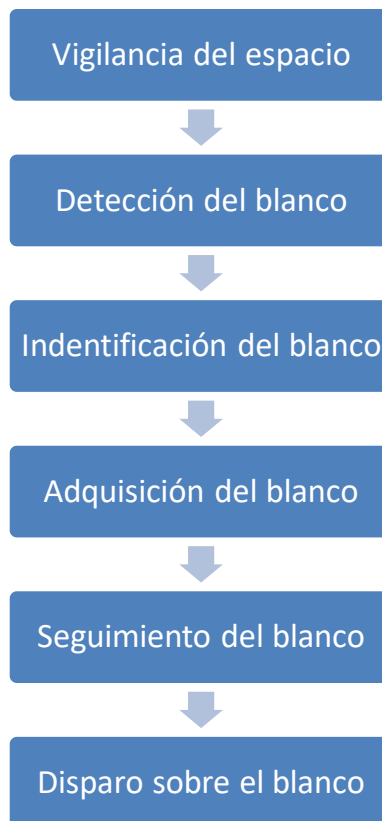


Figura D.1: Secuencia de acción de la DT Skydor.

Fuente: elaboración propia.

E Tipos de enlace entre los elementos de la UDACTA

El siguiente esquema muestra los diferentes tipos de configuraciones de enlace que existen entre los diferentes elementos de un despliegue tipo UDACTA con el objetivo de facilitar la comprensión de los mismos.

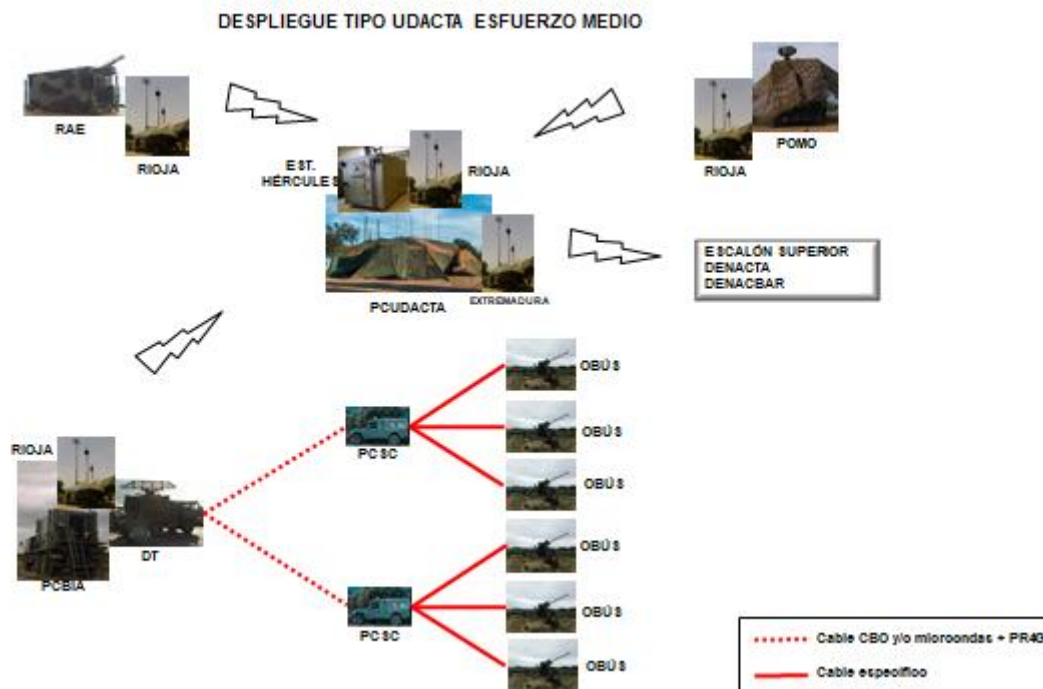


Figura E.1: Enlaces entre los elementos que componen la UDACTA.

Fuente: elaboración propia.

Resulta de especial interés, para comprender mejor la opción B planteada en el apartado 3.3, mirar el tipo de conexión que puede tener la Dirección de Tiro 9KA. Como se puede ver en la Figura E.1, la DT puede enlazar con otro elemento mediante cable CBO. Por ello, en dicha opción, se propone el enlace de esta con la pieza de 35 mm a través de este tipo de cable, ya que la pieza de 35/90 también posee la capacidad de enlazar mediante este tipo de conexión con otros elementos.

