



Universidad Zaragoza

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Evolución a la solución de la defensa de costas en el ámbito internacional. Propuesta para la adopción de nuevas estructuras en el GACTA I/4.

Autor

D. Víctor Hernández Martínez

Directores

CAP. D. Juan Andrés González Guzmán

D.^a Jessica Aliaga-Lavrijsen

Centro Universitario de la Defensa – Academia General Militar

2018

[Página intencionadamente en blanco]

[Página intencionadamente en blanco]

AGRADECIMIENTOS

Quería agradecer el trabajo a mis dos tutores, tanto a la Dra. Jessica Aliaga-Lavrijsen como al Capitán Juan Andrés González Guzmán, por su ayuda y su apoyo en la realización tanto del trabajo como de las prácticas.

También agradecer la ayuda a todo el personal del RACTA 4, en especial a los integrantes de la Batería de Servicios del GACA I/4 por acogerme y ofrecerme su ayuda en todo cuanto he necesitado.

RESUMEN

Este proyecto se centra en el estudio del papel de la Artillería de costa en la defensa del litoral y de sus puntos estratégicos y trata de encontrar soluciones a los nuevos retos a los que se enfrentan los organismos encargados de la defensa de costas. Mediante el estudio del pasado y la situación presente y la evolución que han experimentado los diferentes sistemas de armas navales y de costa en las últimas décadas, el proyecto trata de buscar las mejores opciones para adoptarlas en la estructura del GACTA I/4.

Se estudia el estado del arte de la Artillería de costa tanto a nivel internacional, analizando las estructuras de otros países, como a nivel nacional, buscando las deficiencias que pueden hacer que las capacidades del GACTA I/4 no sean las requeridas para enfrentarse a las amenazas actuales.

A continuación, se analizan una serie de sistemas de armas de distinta índole que pueden dar solución a las necesidades del Grupo. Se proponen estructuras con distintas capacidades y costes, de manera que el abanico de posibilidades sea lo más amplio posible, pero a la vez seleccionando solo aquellas que realmente puedan interesar a la unidad.

Haciendo uso de una serie herramientas para analizar los distintos sistemas de armas propuestos en la memoria, el trabajo trata de seleccionar la mejor opción para mejorar las capacidades del Grupo específicamente y de la Artillería de Costa en el Ejército de Tierra en general. Una vez encontrada la estructura más idónea para su adopción, se propone la forma de abordar el proyecto de compra e integración dentro de la unidad.

ABSTRACT

This project focuses on the study of the role of coastal artillery in coastal defence and its strategic points and it seeks to find solutions to the new challenges faced by the bodies responsible for coastal defence. Through the study of the past and the present situations and the evolution that the different systems of naval and coastal weapons have experienced in the last decades, the project tries to find the best options to be adopted in the structure of GACTA I / 4.

The state of the art of coastal artillery is studied at an international level, analysing the structures in other countries, as well as at a national level, looking for the deficiencies that can reduce the required GACTA I / 4 capabilities to face the current threats.

Then, a series of weapon systems that can remedy the GACTA's weaknesses are analysed. Structures with different capabilities and costs are suggested, so the possibilities are as wide as possible but, at the same time, only the ones that can really interest the unit are proposed.

Using a series of tools to analyse the different weapons systems proposed in the report, the work tries to select the best option to improve the capabilities of the specific Group and of the Coast Artillery in the Army in general. Once the most suitable structure for its adoption has been found, a suitable purchase approach and integration of project within the unit is proposed.

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	I
RESUMEN.....	II
ABSTRACT.....	III
TABLA DE CONTENIDOS.....	IV
LISTADO DE FIGURAS.....	V
LISTADO DE TABLAS.....	V
ABREVIATURAS.....	VI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Motivación.....	1
1.2. Objetivos y alcance.....	1
1.3. Metodología.....	2
2. DEFENSA DE COSTAS. ESTADO DEL ARTE.	2
2.1. Introducción histórica.	3
2.2. El RACTA 4.....	3
2.2.1. El GACTA I/4.....	4
2.2.2. El Núcleo de Tarifa.....	6
2.3. Ámbito internacional.....	6
3. DEFICIENCIAS DETECTADAS.....	6
3.1. Sistemas de armas.....	6
3.2. Tablas de efectos.....	7
4. PROPUESTA DE MEJORA.....	8
4.1. Estudio de mercado.....	8
4.1.1. Municiones inteligentes.....	9
4.1.2. Misiles tierra-tierra.....	13
4.1.3. Loitering Munition.....	19
4.2. Análisis y decisión.....	21
4.3. Viabilidad técnica y económica.....	24
4.4. Análisis de riesgos.....	25
5. IMPLEMENTACIÓN.....	27
5.1. Vulcano.....	27
5.2. NSM.....	27
6. CONCLUSIONES.....	28

BIBLIOGRAFÍA	29
7. ANEXOS	32
Anexo A: Clase FREMM	32
Anexo B: Introducción histórica	33
Anexo C: Obús 155/52 APU SBT.	35
Anexo D: Medios específicos del Núcleo de Tarifa	37
D.1. Puesto de observación móvil (POMO)	37
D.2. Radar de exploración (RAE)	38
Anexo E: Otros sistemas	39
Anexo F: Análisis de características.	41

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Orgánica del RACTA 4. Fuente: RACTA 4	3
Figura 2: Orgánica del GACTA I/4. Fuente: [2]	4
Figura 3: CEP con diferentes proyectiles. Fuente: [6]	10
Figura 4: Proyectil Excalibur en vuelo. Fuente: [6]	11
Figura 5: Modelado digital de proyectil Vulcano de 155mm. Fuente: [8]	12
Figura 6: Misil Harpoon Block 2 y lanzador naval. Fuente: [38]	15
Figura 7: Misil RBS-15 Mk3. Fuente: [39]	16
Figura 8: Sistema de defensa de costas Marte. Fuente: [16]	18
Figura 9: Modelado digital de NSM. Fuente: [18]	19
Figura 10: Harop en exposición. Fuente: [40]	21
Figura 11: Radar Chart. Fuente: Elaboración propia	22
Figura 12: DAFO del proyectil Vulcano. Fuente: Elaboración propia.	23
Figura 13: DAFO del sistema NSM. Fuente: Elaboración propia	24
Figura 14: Modelo de fragata clase FREMM. Fuente: [40]	32
Figura 15: Obús SBT155/52. Fuente: [2]	35
Figura 16: POMO. Fuente: [2]	37
Figura 17: RAE. Fuente: [2]	38
Figura 18: Krasnopol. Fuente: [28]	39
Figura 19: AS-20/Kh-35. Fuente: [29]	39
Figura 20: Misil BrahMos. Fuente: [31]	40
Figura 21: Misil Otomat. Fuente: [32]	40

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de decisión. Fuente: Elaboración propia	22
Tabla 2: Presupuesto. Fuente: Elaboración propia.	25
Tabla 3: Matriz de riesgos. Fuente: Elaboración propia	26
Tabla 4: Otros sistemas. Fuente: Elaboración propia.	40
Tabla 5: Características de los sistemas. Fuente: Elaboración propia	42

ABREVIATURAS

AAA: Artillería antiaérea

ACA: Artillería de campaña

ACTA: Artillería de costa

ET: Ejército de Tierra

GACTA: Grupo de artillería de costa

MACA: Mando de artillería de campaña

MACTA: Mando de artillería de costa

PGK: Precision Guidance Kit

POMO: Puesto de observación móvil

PPT: Pliego de prescripciones técnicas

RAE: Radar de exploración

RMP: Imagen de situación marítima

SDT: Sistema de dirección de tiro

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Motivación

La artillería de costa, desde sus orígenes, ha requerido de un gran esfuerzo para mantenerse en condiciones de enfrentarse a los nuevos sistemas navales que las armadas de diferentes naciones han desarrollado a lo largo de los siglos. En una actualidad en la que la tecnología se desarrolla con tanta rapidez, dicho desempeño se hace más necesario aún si cabe.

El desarrollo y la evolución de los sistemas de misiles de largo alcance suponen un nuevo reto para la artillería de costa. Las baterías de Artillería de que se dispone actualmente en el Ejército de Tierra (ET) para la defensa de costas tienen un alcance máximo muy inferior al de un misil, lo que resulta una desventaja frente a la capacidad de las nuevas embarcaciones para ser utilizadas como plataformas móviles de lanzamiento de este tipo de municiones. Por otra parte, los medios de adquisición con los que cuenta la Artillería de costa del ET requieren de una actualización para mantener las capacidades necesarias para la vigilancia del litoral y el desempeño de las funciones que le son encomendadas.

Actualmente, la evolución de la estructura de las armadas de las diferentes naciones del mundo muestra una clara tendencia hacia el uso de embarcaciones que sirvan como vectores de lanzamiento de misiles o como bases aéreas móviles. Estos buques permiten el rápido despliegue de aeronaves en cualquier parte del mundo, pudiendo ser desplazados con facilidad, mientras que el resto de las embarcaciones que forman parte de su orgánica son buques de escolta.

En este nuevo marco en el que los proyectiles convencionales pierden gran parte de su importancia en la artillería de costa, resulta evidente la necesidad de adaptarse y planificar la renovación de los sistemas para conseguir hacer frente a las posibles amenazas actuales y del futuro.

1.2. Objetivos y alcance

El principal objetivo de este trabajo es encontrar una nueva estructura destinada a la defensa de costas que se adapte a las necesidades y la orgánica actuales del Ejército de Tierra, permitiendo al Regimiento de Artillería de Costa nº4 (RACTA 4) desempeñar los cometidos que se le asignen de la manera más eficaz posible.

Para el cumplimiento de este objetivo primario es necesaria la consecución de una serie de objetivos parciales:

- Analizar la evolución de la Artillería de costa y determinar su estado actual.
- Identificar las necesidades del RACTA 4 en el desempeño de sus funciones mediante el estudio de las amenazas navales.
- Analizar las estructuras disponibles en el mercado.

- Seleccionar los medios que mejor se adaptan al GACTA I/4.

Dada la gran cantidad de misiones que puede llevar a cabo la artillería de costa, se ha decidido tomar como prioridad del proyecto la búsqueda de una mejora en los sistemas que otorgan a la unidad la capacidad de batir objetivos navales de naturaleza bélica que puedan suponer una amenaza en caso de guerra. En las funciones de apoyo a las autoridades en el control de la piratería, la inmigración o el narcotráfico, el RACTA 4 se limita a la obtención de información, y el estudio de mejora en la eficacia en estos cometidos requeriría de un estudio pormenorizado en otro proyecto.

Los navíos con mayor capacidad para enfrentarse a las baterías de costa en la actualidad son destructores, fragatas y corbetas que cuentan en su mayoría con cañones de calibre inferior a los 130mm cuyo alcance sería fácilmente superado por los obuses de 155mm del RACTA con los medios actuales, por tanto el trabajo se plantea como una mejora de los sistemas del Grupo para hacer frente a la posibilidad de un ataque con misiles por parte de este tipo de embarcaciones o a la mejora de la eficacia batiendo los blancos con los medios actuales.

De las posibles amenazas navales existentes, se ha decidido tomar una fragata clase FREMM como enemigo tipo y será el utilizado durante todo el desarrollo de este trabajo. Se ha seleccionado este navío como enemigo tipo por ser uno de los más modernos de que dispone la Marina Real Marroquí, que por su proximidad con el RACTA 4 es la que resulta de mayor interés para la unidad. Véase [Anexo A](#).

1.3. Metodología

Para la consecución de los objetivos del proyecto la metodología seguida ha consistido en:

- Recopilación de la información necesaria para realizar la memoria, mediante entrevistas a los grupos de interés identificados en la unidad y la consulta de manuales y documentos.
- Estudio de la información recopilada para identificar las deficiencias de la unidad y sus necesidades.
- Empleo de estudios de mercado, análisis de viabilidad económica y técnica de las adquisiciones, análisis de riesgos, radar chart y estudio de las características de las diferentes opciones para seleccionar la que mejor se adapta a las necesidades del GACTA I/4.
- Definición del proceso a seguir para la implementación de la solución propuesta.

2. DEFENSA DE COSTAS. ESTADO DEL ARTE.

Según el *Manual de empleo de la Artillería de Costa*, se define la defensa de costas como:

«conjunto de actividades y medidas adoptadas, normalmente en el ámbito conjunto o conjunto-combinado, encaminadas a reducir o anular la acción naval hostil o cualquier amenaza proveniente del espacio marítimo, con la finalidad de garantizar la integridad de los límites físicos territoriales, los intereses nacionales, el tráfico marítimo y la libertad de acción de los medios navales propios o aliados.» [1] (p. 1-1)

2.1. Introducción histórica.

Véase [Anexo B](#).

2.2. El RACTA 4

En la actualidad, y desde el año 2008 cuando se disolvió el RACTA 5 y, con él, el Mando de Artillería de Costa (MACTA), la única unidad del Ejército de Tierra dedicada a la defensa de costas es el RACTA 4. Éste cuenta con elementos de mando y control, medios productores de fuego y elementos de apoyo logístico que pueden emplearse tanto en el combate marítimo como en el terrestre mediante la agregación o segregación de elementos para cumplir misiones propias de la Artillería de Campaña (ACA). [1]

El RACTA 4 está compuesto por dos grupos: el GACTA I/4 que dispone de los medios productores de fuego y se establece en el acuartelamiento Camposoto en San Fernando, Cádiz; y el Núcleo de Tarifa, que dispone de los medios de adquisición necesarios para detectar y combatir embarcaciones y que se encuentra repartido entre los acuartelamientos de El Bujeo y Punta Camarinal en Tarifa, Cádiz.

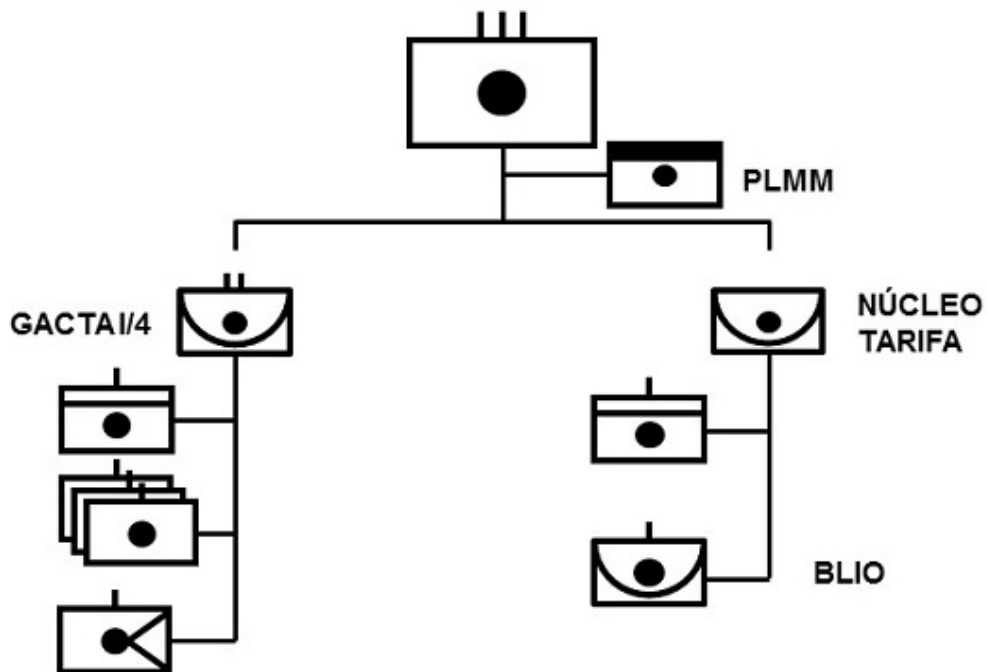


Figura 1: Orgánica del RACTA 4. Fuente: RACTA 4

Las misiones a las que se puede enfrentar la Artillería de costa según el *Manual de empleo del grupo de Artillería de Costa* son:

«desde misiones de vigilancia marítima, con la finalidad de detectar y localizar en tiempo cualquier acción hostil que se produzca contra el litoral, hasta misiones con la finalidad de combatir la piratería, el terrorismo, los tráficos marítimos ilegales o cualquier acción que amenace la seguridad de las líneas de comunicación marítima.» [2] (p. IX)

2.2.1. EL GACTA I/4

El GACTA I/4 depende orgánicamente del Mando de Artillería de Campaña (MACA) y su orgánica es la correspondiente a un GACTA con la peculiaridad de estar capacitado para transformarse de manera rápida y sencilla en una unidad de artillería de campaña. Se organiza de la siguiente manera: [2] (p. 1-2)

- Mando y plana mayor de mando
- 1 batería de plana mayor
- 3 baterías de armas
- 1 batería de servicios.

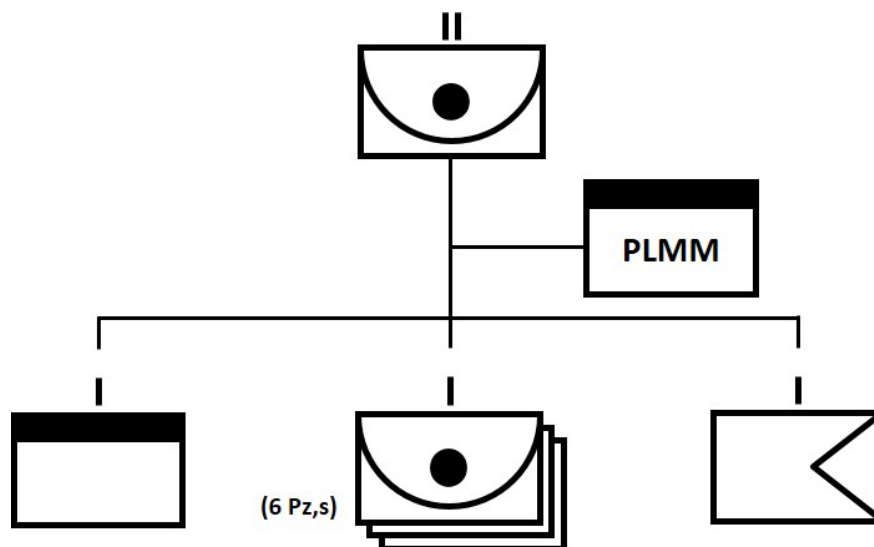


Figura 2: Orgánica del GACTA I/4. Fuente: [2]

Las características de los materiales empleados por el GACTA y su orgánica flexible le permiten actuar tanto como una batería de ACTA, como desempeñando las funciones de una batería de ACA mediante:

«la modificación de los cometidos específicos de su personal, modificación de la plantilla de material y sustitución de los sistemas de mando y control táctico y de dirección técnica del tiro.» [2] (p. 1-9)

Gracias a esta dualidad, una sola Batería es capaz de batir objetivos navales y terrestres, pudiendo disparar sobre una lancha de desembarco y horas después sobre las unidades terrestres desembarcadas, por ejemplo. En su modalidad de ACA, a diferencia de en la modalidad de ACTA, no es necesario que el obús permanezca continuamente

apuntando a un blanco en movimiento, ya que los objetivos terrestres son estáticos mientras que los navales se encuentran maniobrando. Del mismo modo, no es necesario mantener un enlace para conseguir una integración con los sistemas de la armada. Por tanto, en la modalidad de ACA se emplea el sistema de mando y control de las unidades de campaña TALOS,¹ mientras que en la configuración de ACTA se emplea el sistema HÉRCULES,² que representa la imagen de situación marítima (RMP) de la zona de despliegue que levanta el radar de exploración (RAE).

Los sistemas de armas con los que cuenta actualmente el GACTA I/4 se dividen en sistemas de dirección de tiro (SDT) y los medios productores de fuego.

- **Sistemas de dirección de tiro:**

«Un sistema de dirección de tiro (SDT) es el conjunto de elementos que, enlazados entre sí y funcionando de manera coordinada, permite realizar la puntería continuada de las piezas para batir objetivos en movimiento. Los SDT calculan los datos de distancia, velocidad, rumbo y orientación del objetivo, transformándolos en datos de tiro que, introducidos convenientemente en las piezas, permiten batirlo de forma rápida, eficaz y precisa.» [1] (p. A-2)

Las baterías cuentan con direcciones de tiro 9KA-410, que disponen de un radar de seguimiento capaz de seguir blancos en modo automático a una distancia de hasta 52km y un designador láser que puede seguir blancos en modo manual a una distancia teórica de 40km junto con la cámara de TV, aunque los alcances prácticos son menores, especialmente en condiciones meteorológicas adversas y con pequeñas embarcaciones. El error probable es de menos de 20m para batir un blanco a 8km de distancia, con velocidad y rumbo constantes. [3] (p. 3-6)

- **Medios productores de fuego:**

«Los cañones de la ACTA deben tener las siguientes características: precisión y cadencia adecuada para sus acciones contra objetivos navales; gran velocidad inicial; amplio sector de tiro horizontal; empleo de proyectiles de gran potencia; movilidad táctica apropiada; y puntería automática sobre el blanco.» [1] (p. A-3)

Las piezas con las que cuenta actualmente el GACTA I/4 son obuses remolcados de 155mm de calibre fabricados por la empresa Santa Bárbara, con un alcance eficaz de 42 kilómetros mediante el uso de la máxima carga y el dispositivo base bleed en el proyectil

¹ El sistema TALOS es la herramienta específica de apoyos de fuego del ET, proporciona una red de mando y control que capacita a los jefes de las unidades de apoyos de fuego para actuar como integradores de los fuegos y sus efectos en las operaciones terrestres.[35] (p. 129)

² El sistema Hércules consiste en una aplicación de control del tráfico marítimo en la que se representan sobre una carta náutica las trazas en tiempo real, reflejando su posición geográfica, rumbo y velocidad.[2] (p. 112)

y una cadencia de tiro máxima de 8 proyectiles por minuto sobre objetivos en movimiento. Véase [Anexo C](#).

2.2.2. El Núcleo de Tarifa

Además de los materiales del GACTA I, el Regimiento cuenta los medios del núcleo de Tarifa, en el que se encuentran los medios de vigilancia y seguimiento que alimentan al sistema HÉRCULES de la información necesaria: el Puesto de observación móvil (POMO) y el Radar de exploración (RAE). Véase [Anexo D](#).

2.3. Ámbito internacional

En el ámbito internacional, en naciones como puede ser el caso de los EE. UU., no existen cuerpos específicos de Artillería de Costa. En el caso de EE. UU., con la aparición de los misiles intercontinentales las baterías fijas de defensa de costas se consideraron obsoletas a mediados de la década de 1960. En la actualidad, es la *Air Defense Artillery*, su cuerpo de artillería antiaérea, la que se encarga de defender el litoral estadounidense.

Existen misiles con diversos tamaños y alcances, dependiendo del uso que se desee dar a las baterías de lanzadores y cuentan con diferentes medios de adquisición y guiado acordes con los alcances y capacidades de los propios misiles. Además, pueden adoptar diferentes configuraciones, por lo que pueden ser lanzados desde plataformas fijas o móviles en tierra, buques, aeronaves o cualquier otro vector en que se pueda adaptar la estructura del lanzador.

El desarrollo de este tipo de medios se inició durante la Guerra Fría (1947-1991), y las principales potencias militares han adquirido baterías de misiles para la defensa de costas desde finales de la década de 1970. Como ejemplo, las baterías de misiles HARPOON del Ejército Estadounidense llevan en activo desde 1977 en sus diferentes modelos y versiones, habiéndose adaptado a todo tipo de plataforma terrestre fija y móvil, así como a buques, submarinos y aeronaves. [4] Actualmente, Boeing Integrated Defense Systems es el fabricante de estos misiles, y ha entregado más de 7000 unidades del HARPOON desde que comenzó su fabricación. [4]

Otro ejemplo de sistema de misiles ampliamente utilizado y comercializado es el Robotssystem 15 (RBS-15), utilizado en sus diferentes versiones y plataformas por Croacia, Finlandia, Suecia, Alemania, Polonia y en un futuro próximo Turquía y Tailandia. Con el AS-20 Kayak de origen ruso encontramos a Argelia, India, Rusia, Vietnam, Turkmenistán, Kazajistán y Venezuela o el proyecto conjunto indo-ruso de misiles de crucero supersónicos BrahMos. Véase [Anexo E](#).

3. DEFICIENCIAS DETECTADAS

3.1. Sistemas de armas

Como ya se ha mencionado, las características de los nuevos medios navales exigen la necesidad de contar con medios con capacidad de hacer frente a las actuales amenazas

marítimas. El aumento del uso de misiles y de municiones guiadas por parte de los navíos, ha provocado que las baterías de obuses haciendo uso de municiones convencionales pierdan gran parte de su efectividad.

Por su limitado alcance, las baterías de costa del GACTA I/4 tan solo permiten una defensa eficaz contra embarcaciones que dispongan de cañones de alcance similar con munición convencional o frente a desembarcos en la modalidad de ACA. Concretamente, y como ya se ha señalado anteriormente, las baterías de 155mm del GACTA I/4 permiten hacer fuego sobre blancos a 8km de distancia y con velocidad y rumbo constantes con un error probable de 20m, aumentando éste al aumentar la distancia al blanco o variar el rumbo o velocidad de la nave, por lo que a una distancia mayor de 10km las acciones de fuego comienzan a perder gran parte de su eficacia.

Como ejemplo, se puede tomar la fragata de la clase FREMM que hemos tomado como enemigo tipo. Cuenta con un sistema de lanzamiento vertical (VLS) de 16 celdas SYLVER A70 VLS que le permite portar y proyectar hasta 16 misiles de crucero de ataque a tierra SCALP Naval, los cuales tienen un alcance eficaz de 1000km. Cuentan con sistemas de guía inercial, infrarrojo o GPS y fueron desarrollados como alternativa a los misiles Tomahawk de características similares. [5]

Frente a un supuesto ataque con misiles por parte de un buque de características similares al mencionado, las baterías de costa actuales no serían de ninguna utilidad. Los alcances de las municiones convencionales son mucho menores que los alcances de las municiones tipo misil, además de ser un objetivo más sencillo de batir al tratarse de posiciones estáticas en tierra.

Además de los medios productores de fuego, los SDT también requieren una actualización, ya que la mayor parte de los componentes de las direcciones de tiro 9KA, con las que cuentan las baterías para obtener las leyes de movimiento de los blancos y guiar el tiro de las piezas, han estado en servicio durante más de 50 años, habiéndose utilizado primero como direcciones de tiro de baterías fijas y posteriormente en las baterías móviles actuales. Aunque algunos de los componentes han sido renovados, muchos otros requieren una actualización que podría mejorar las capacidades de adquisición y seguimiento de la unidad.

Dado que el RACTA 4 está empeñado en una gran cantidad de misiones de vigilancia del estrecho ofreciendo sus medios para control del tráfico marítimo, en la lucha contra el narcotráfico y contra la inmigración ilegal, una mejora de las unidades de sensores permitiría ofrecer una mejor cobertura durante la realización de estas labores.

3.2. Tablas de efectos

En las unidades de ACA del ET, se dispone de una serie de Tablas de Efectos, que determinan el número de disparos y salvos que es necesario realizar para batir objetivos de diferente entidad, como pueden ser unidades mecanizadas o acorazadas o unidades de infantería ligera tipo pelotón o sección. En estas tablas se tienen en cuenta diferentes factores, como el tipo de munición, la entidad del objetivo o el grado de fortificación de las posiciones defensivas si las hubiera.

A diferencia de lo que ocurre en la artillería de campaña, en las unidades de Artillería de costa no se cuenta con tablas de efectos sobre diferentes objetivos que permitan saber de antemano la cantidad de proyectiles y salvas que serían necesarios para batir a un blanco naval concreto. Así pues, la creación de dicha herramienta o la obtención de un sistema de armas que no necesite de estas tablas sería de gran beneficio para el conjunto del ET y la Artillería de costa en particular.

4. PROPUESTA DE MEJORA

Por las características de los medios actuales con los que cuentan los navíos y los reducidos alcances de los obuses con que se cuenta actualmente, unido a las condiciones en que se encuentran los mismos tras casi dos décadas en servicio, es de vital importancia encontrar un sustituto para las baterías de costa acorde a las necesidades actuales.

Las soluciones que se proponen en este apartado se han seleccionado basándose en las necesidades del ET descritas y en las características del entorno operativo en que se desarrolla la defensa de costas, principalmente una de ellas que resulta de especial relevancia en la motivación de este trabajo:

«la aplicación práctica de la robótica, y de los ingenios terrestres y aéreos no tripulados o pilotados remotamente, está llamada a desempeñar un papel importante en la protección de la fuerza, en el reconocimiento, identificación, detección, seguimiento y ataque de objetivos, y en el apoyo logístico de las operaciones, todas ellas actividades determinantes de la defensa de costas.»[1] (p. 1-3)

Basándonos en esta premisa, a continuación, procedemos a realizar un estudio de los posibles sistemas que podrían incorporarse a la defensa de costas del ET, así como un análisis de la mejor opción, la viabilidad del proyecto o los riesgos que conlleva la adquisición.

4.1. Estudio de mercado

Para la elección del sistema que mejor se adapte a las necesidades actuales del ET, se van a analizar diferentes medios disponibles en el mercado a nivel internacional. Se ha tratado de buscar medios que den solución a las deficiencias detectadas de diferente manera, cada uno de los cuales ofrece unas ventajas y desventajas, llegando en algunos casos a surgir necesidades nuevas en caso de decantarse por alguno de ellos. Los sistemas propuestos se han seleccionado de entre todos los existentes por ser producidos por países miembros de la OTAN o aliados.

Entre los sistemas que se proponen a continuación no hay ningún medio tipo cañón puesto que una de las finalidades de la adopción de nuevos medios en Artillería de costa

es la del empleo de acuerdo con el principio de armas complementarias.³ De acuerdo con este principio es conveniente conservar las baterías de obuses para no perder las posibilidades que estos ofrecen en distancias más cortas y la capacidad de hacer fuego a objetivos terrestres en su modalidad de ACA. Tampoco se han propuesto medios tipo cañón para sustituir los actuales ya que los obuses actuales son relativamente modernos y no habría una mejora sustancial en las capacidades del Grupo.

Podría haberse propuesto la renovación de las direcciones de tiro, pero puesto que esto no daría solución a la necesidad de aumentar los alcances efectivos de fuego y que sería necesaria una adaptación específica a los demás sistemas, parece más lógico proponer sistemas de armas completos que ofrezcan una fiabilidad asegurada en cuanto a compatibilidad y a la vez den solución a las necesidades del Grupo.

A continuación, se describen tres sistemas diferentes que se podrían adoptar en el GACTA I/4 como nuevos medios para las baterías de costa. Todos los medios propuestos pueden ser utilizados tanto en la modalidad ACA como en la de ACTA, por lo que supondrían una mejora en la capacidad de acción del Regimiento tanto contra objetivos navales como contra terrestres.

4.1.1. Municiones inteligentes

Una de las posibles soluciones a la necesidad de aumentar la precisión y el alcance de los obuses, además de suplir la falta de tablas de tiro que permitan realizar un fuego eficaz con las baterías, sería la utilización de municiones guiadas de 155mm, ya que permitirían batir tanto blancos navales en movimiento de forma precisa, como posibles blancos terrestres en caso de desembarco en la modalidad de ACA. El uso de municiones guiadas permitiría batir los objetivos móviles con una cantidad muy reducida de proyectiles, además de conseguir los efectos deseados sobre el enemigo al poder destruir partes concretas de los navíos, como pueden ser el puente, las toberas o el armamento. El uso de este tipo de municiones permitiría una importante mejora en la efectividad de las baterías del GACTA sin necesidad de adquirir nuevos obuses o lanzadores ni radares de exploración, ya que no habría un aumento desproporcionado de los alcances de las piezas.

Existen diversos tipos de municiones guiadas, siendo las guiadas por GPS las más utilizadas actualmente gracias a su gran eficacia contra objetivos fijos y móviles si se cuenta con los sistemas necesarios de adquisición, seguimiento y predicción. También podemos encontrar sistemas de guiado inercial, que complementan el sistema de guiado GPS y corrigen la trayectoria del proyectil en un eje (1D) o en ambos (2D) para aumentar la precisión. [6] En el caso de la artillería de costa, serían necesarios sistemas de guiado 2D además del guiado por GPS, ya que debido a la libertad de movimiento de las embarcaciones con respecto a la unidad de tiro es necesario corregir la trayectoria del proyectil tanto transversal como longitudinalmente.

³ Implica emplear una combinación de medios con diferentes capacidades de forma que las posibilidades de uno compensen las limitaciones de otro.

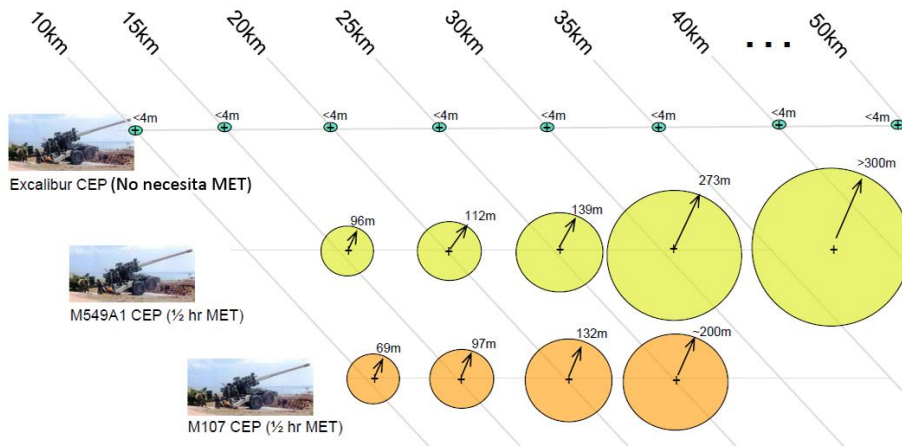


Figura 3: CEP con diferentes proyectiles. Fuente: [6]

En este campo contamos con varias opciones compatibles con los obuses con que cuenta actualmente el GACTA I/4 de calibre 155/52, como los proyectiles Excalibur, Vulcano, Krasnopol o el kit PGK.

4.1.1.1. Excalibur

Los proyectiles M982 Excalibur surgieron como alternativa a las municiones convencionales de 155mm incorporando un sistema de guiado GPS para mejorar la puntería y un sistema de navegación inercial controlado por aletas para modificar la trayectoria. Se trata de un proyecto conjunto entre las empresas Raytheon Missile Systems estadounidense y la sueca BAE Systems Bofors siendo utilizados por primera vez en combate real en el año 2007, en Irak.

Se han desarrollado varias versiones del proyectil, mejorando y añadiendo nuevas características en los nuevos modelos, de forma que la última versión es capaz de discriminar y seleccionar objetivos concretos en movimiento y batirlos, además de tener la capacidad de portar submuniciones.

Los proyectiles Excalibur actualmente cuentan con un sistema de guiado por GPS, lo que les proporciona una precisión sobre objetivos estáticos de menos de 5m de error probable. Sin embargo, éstos no consiguen aumentar la eficacia de los obuses al hacer fuego sobre objetivos móviles como pueden ser embarcaciones.



Figura 4: Proyectoil Excalibur en vuelo. Fuente: [6]

El modelo S⁴ del proyectil Excalibur está siendo desarrollado en la actualidad y se planea que comiencen las pruebas en 2020, por lo que en caso de querer adquirir estos proyectiles y utilizarlos en la defensa de costas sería necesario esperar a la finalización del desarrollo y las pruebas del nuevo modelo además del tiempo de producción de las unidades solicitadas.

Además, habría que añadir un coste adicional en designadores láser para que las secciones de las baterías del GACTA I/4 pudieran ejecutar las órdenes de fuego de forma individual de manera que cada sección sea capaz de batir un blanco. Cada sección debería disponer de un medio oprónico y un designador láser, ya fuera en el puesto de mando de la sección o en la dirección de tiro de la batería, para guiar los proyectiles hasta el punto de impacto deseado en la fase terminal de la trayectoria. El coste de dotar a una sección de armas de los medios oprónicos es de aproximadamente 150.000€, mientras que el coste del designador láser es de unos 100.000€,⁵ sin tener en cuenta el coste del vehículo en el que se deberían montar los sensores ni el mantenimiento anual de los sistemas, que debería convenirse con la empresa suministradora.

En cuanto a la compatibilidad del proyectil con los obuses, no debería resultar un obstáculo ya que hasta la fecha han sido totalmente compatibles con todos los obuses de 155mm con que se ha probado, entre ellos: M777, M109, M198, Archer, PzH2000, AS90, K9 y G6. [7] Aunque debido al mayor peso del proyectil en comparación con los que utiliza actualmente el obús 155, podría ser necesaria la adaptación del sistema de atacado,⁶

⁴ El modelo S también es conocido como Incremento 3.

⁵ La información sobre los precios de los medios oprónicos ha sido proporcionada por la Sección de Asuntos Económicos del RACTA 4.

⁶ El sistema de atacado del obús se encarga de desplazar el proyectil desde la teja de carga donde lo deposita el artillero hasta su posición de disparo en la recámara del obús.

así como la adaptación del software que controla el funcionamiento del proyectil. [6] (p. 82)

4.1.1.2. Vulcano

Las municiones Vulcano son una familia de municiones guiadas y no guiadas para obuses de diversos calibres navales y terrestres fabricadas por la empresa italiana Leonardo. Los proyectiles Vulcano para obuses terrestres de calibre 155/52 son proyectiles sub-calibrados estabilizados por aletas y sin sistema de propulsión adicional.

Estos proyectiles están adaptados para su uso en todos los sistemas de armas de calibre 155/52 [8], incluyendo los obuses del ET, ofreciendo una serie de mejoras frente a la munición convencional, como puede ser la programación de espoletas y sistemas de guiado o el seguimiento y control de las trayectorias balísticas del proyectil.



Figura 5: Modelado digital de proyectil Vulcano de 155mm. Fuente: [8]

Hay dos tipos de municiones vulcano a la venta:

- De alcance balístico extendido: Proyectiles no guiados multi-propósito, con un alcance de hasta 50km.
- Guiados de largo alcance: Disponen de aletas tipo canard guiadas por un sistema de medición inercial y un sistema de navegación GPS que le ayuda en la navegación además de un sistema de guiado terminal por láser semi activo optativo. Permiten un aumento del alcance hasta los 80km. [9]

Para el estudio realizado en el proyecto se han tomado los datos de la munición guiada de largo alcance. La producción inicial de los proyectiles Vulcano guiados de largo alcance comenzó en 2014 [10] con un precio actual de alrededor de 50000\$. El sistema de guiado terminal se ofrece como elemento opcional en la compra.

Los proyectiles Vulcano disponen de un sistema de medición inercial y un sistema de guiado GPS que son los que realizan el guiado del proyectil hasta las coordenadas indicadas, pero, del mismo modo que los proyectiles Excalibur, es necesario un designador láser para guiar el proyectil en su fase terminal. Por tanto, nos encontramos ante el mismo problema al necesitar un operador con medios ópticos y el designador láser para cada sección de obuses.

4.1.1.3. PGK

Los kits de guiado de precisión son la alternativa a los proyectiles guiados completos como el Excalibur o el Vulcano con un coste inferior. Ofrecen un guiado GPS que mejora la precisión de los proyectiles convencionales con que cuenta actualmente el ET a un bajo coste, siendo el precio unitario de alrededor de 10000\$. [11]⁷ Sin embargo, no cuenta con ningún sistema de guiado que permita batir blancos en movimiento, por lo que, aunque sería de gran utilidad para las baterías cuando estén actuando en la modalidad de ACA para batir objetivos estáticos, no proporcionaría la efectividad deseada contra blancos marítimos.

Teniendo en cuenta que no se ciñe a los requisitos necesarios de aumento de la precisión y efectividad del tiro contra objetivos navales en movimiento, procedemos a descartar los PGK como candidatos a la adopción de nuevas estructuras.

4.1.2. Misiles tierra-tierra.

Otra de las posibles soluciones que resolverían el problema de la falta de tablas de tiro y además la necesidad de renovación de los medios productores de fuego del Grupo, sería la adquisición de sistemas de misiles de defensa de costas.

Siguiendo la trayectoria marcada en las últimas décadas por el ET en que trata de maximizar la movilidad de sus unidades y conseguir un aumento de su supervivencia mediante la posibilidad de evitar la contrabatería, una de las soluciones que se adaptan más a la orgánica actual son las plataformas terrestres móviles de lanzamiento de misiles tierra-tierra.

La utilización de unidades con lanzadores de misiles antibuque está contemplada en el uso de la Artillería de costa e incluso está recogido en el *Manual de empleo de la Artillería de costa* PD4-302:

«Los sistemas de misiles empleados en la defensa de costas deben ser móviles, para proporcionar una mayor flexibilidad en el despliegue y reducir los efectos de las acciones de fuego enemigas.

Las características de las unidades de misiles antibuque (SSM) empleados como ACTA se resumen en: gran alcance, precisión elevada y gran potencia.

⁷ Este precio por unidad es el que la empresa aseguró en entrevistas como máximo de venta antes de comenzar su producción. El coste unitario en base al coste total de un contrato cerrado en 2018 con Países Bajos en que se incluían además de los proyectiles una serie de elementos necesarios para la correcta utilización de los kits es de alrededor de 20000\$. [36]

Presentan, además, las ventajas de: gran aumento de alcance, prolongando la acción de los cañones y mayor probabilidad de impacto; y los siguientes inconvenientes: sus sistemas de guía pueden ser interferidos y sus trayectorias perturbadas; además son de difícil ocultación en el momento del disparo, aunque algunos sistemas permiten el lanzamiento desde puntos alejados del litoral.» [1] (p. A-3)

Frente a las otras posibilidades de adquisición, los misiles presentan como principales ventajas ante las municiones guiadas su gran alcance, gracias a los sistemas de propulsión, y precisión gracias a los sistemas de guiado. Además, portan cabezas de guerra con una cantidad de explosivo significativamente superior a las de los proyectiles convencionales, ofreciendo una capacidad de destrucción difícilmente igualable por éstos. Por otro lado, el gran inconveniente es su elevado coste, tanto de los lanzadores y los sistemas de mando y control necesarios para su funcionamiento como de los propios misiles. Todos los sistemas de misiles mencionados pueden ser utilizados tanto contra objetivos navales en movimiento como contra objetivos terrestres estacionarios, por lo que también podrían contribuir al apoyo de fuegos en la modalidad de ACA.

Dado que los contratos de compra de este tipo de sistemas suponen una gran inversión en un solo fabricante, la mayoría de las compañías ofrecen sus servicios de ayuda a la integración de sistemas incluidos al cerrar el contrato de compra. Aprovechando la necesidad de integrar los nuevos sistemas con los sensores y los escalones superiores, podría incluirse en la compra la integración de todos los sistemas de artillería de costa, campaña, antiaéreos y de morteros en un solo software. La implementación de este software unificado afectaría no sólo al GACTA, sino a todas las unidades usuarias de unidades de apoyo de fuegos, desde las Secciones de armas de apoyo de las Compañías de infantería hasta los lanzadores de misiles los Grupos de Artillería antiaérea, mejorando el desempeño del ET en conjunto.

En la actualidad, existen en el mercado internacional una serie de misiles que podrían ser candidatos para su adquisición como baterías de costa para el ET. Dos de estos sistemas ya han sido nombrados previamente en este trabajo y se trata por un lado de los misiles HARPOON, versiones del cual ya se utilizan en la Armada y en el Ejército del Aire como misiles antibuque, y del sistema RBS-15, utilizado por varios ejércitos de naciones aliadas. Los otros dos sistemas que se proponen son los producidos por la empresa MBDA: el Marte Mobile Coastal y el Exocet.

4.1.2.1. Harpoon

El Harpoon es un misil superficie-superficie de origen estadounidense desarrollado a finales de la década de 1970 y que sigue en activo en sus diferentes versiones. El misil puede ser dirigido en ataques contra objetivos terrestres o buques y puede ser lanzado desde cualquier plataforma adaptada para su uso en sus diferentes versiones, ya sea desde buques de superficie, submarinos, aeronaves o baterías de costa. Éste cuenta con un

sistema de guiado active radar homing,⁸ un sistema de navegación inercial apoyada por GPS y un sistema de re-ataque que dirige el misil de nuevo hacia el blanco en caso de no alcanzarlo en un primer intento.

Este sistema es utilizado por multitud de países de la OTAN y otros aliados de EE. UU., aunque el principal usuario es la armada de los EE. UU. La producción para su uso nacional en el país de origen ha cesado, pero se sigue trabajando en mejoras y la producción orientada a la venta al extranjero sigue en funcionamiento.

En sus versiones RGM para uso desde buques y baterías de costa contra embarcaciones, el misil cuenta con una cabeza de guerra de 221kg de alto explosivo, con un alcance de hasta 130km y una velocidad de crucero subsónica de 0.9 Mach. [4] En su versión Block 2, que cuenta con el sistema de navegación inercial por GPS, tiene un precio de 1.2 millones de dólares por unidad.



Figura 6: Misil Harpoon Block 2 y lanzador naval. Fuente: [38]

Dado que los misiles Harpoon ya se encuentran en uso en la Armada y el Ejército del Aire, el MINISDEF ya cuenta con información y ha cerrado contratos de compra previos a este trabajo [12], por lo que podrían suponer una ventaja a la hora de su adquisición, tanto la experiencia previa como la compatibilidad con los sistemas de otros ejércitos. Aun así, sería necesaria la compra y adaptación de lanzadores y sistemas de mando y control para el lanzamiento de los misiles, ya que la plataforma más común de lanzamiento de los misiles Harpoon son navíos de superficie o aeronaves. Aparte de los lanzadores, para poder utilizar la totalidad del alcance de los misiles, sería necesario contar con un radar para cada batería de lanzadores con capacidad de detectar los blancos

⁸ Los misiles que utilizan este sistema portan un transceptor que emite señales electromagnéticas y recibe los ecos para realizar el seguimiento del objetivo de forma autónoma.

a una distancia de al menos 150km, que debería ser adquirido mediante otro contrato de compra a una empresa diferente.

En cuanto a la implementación de los sistemas de mando y control en la estructura actual del grupo, sería necesario un proyecto de integración del software propio del Harpoon con el sistema de los nuevos medios de adquisición y el Hércules para poder aprovechar al máximo las capacidades del conjunto.

Al estar la mayoría de los misiles Harpoon destinados a su uso desde plataformas navales o aéreas, haberse cancelado su producción para su uso en las fuerzas armadas del país de origen y necesitar la realización de otros proyectos para su puesta en funcionamiento, se descarta la posible propuesta para su adopción, debido a su antigüedad y a la dificultad de adaptarlo a las baterías de costa terrestres frente a otros sistemas que ofrecen soluciones integradas con todos los elementos necesarios.

4.1.2.2. RBS-15

RBS-15 es una familia de misiles anti-buque fabricado por la empresa SAAB desde hace tres décadas y disponible para su uso desde plataformas terrestres, marítimas o aéreas.



Figura 7: Misil RBS-15 Mk3. Fuente: [39]

La última versión de esta familia de misiles, el RBS-15 Mk4 «Gungnir», ofrece un sistema de misiles de tipo dispara y olvida, con radar activo y todo tiempo, con capacidad de discriminar los blancos navales de buques civiles y un alcance de más de 300km. Se trata de un misil subsónico, 0.9 Mach, con una cabeza de guerra de 200kg de explosivo.

Esta versión no estará disponible para su compra hasta mediados de 2020, según la propia SAAB. [13]

La versión Mk3, disponible para su compra inmediata y cuya producción comenzó en el año 2004, ofrece un alcance de más de 200km y una cabeza de guerra del mismo tipo y capacidad que el modelo Mk4. [14]

El sistema es operado actualmente por Suecia, Alemania, Croacia, Finlandia, Polonia y Tailandia, aunque solo Suecia, Finlandia y Croacia disponen de las versiones terrestres de los lanzadores.

4.1.2.3. Marte y Exocet

La compañía MBDA ofrece los misiles Marte y Exocet como sistemas completos de defensa de costas en los que incluye una unidad de sensores, una unidad de control y dos lanzadores. Ambos conjuntos se venden preparados para entrar en funcionamiento y con la posibilidad de trabajar de forma conjunta entre ellos.

El Marte Mobile Coastal es un sistema terrestre móvil de defensa de costas basado en lanzadores montados sobre plataformas tipo camión. Los lanzadores tienen capacidad para lanzar dos tipos de misiles de la familia Marte: el MK2/N de hasta 30km de alcance y el ER que supera los 100km de alcance [15]. Ambos misiles son del tipo dispara y olvida, todo tiempo y con sistema de navegación inercial en la fase media de vuelo y radar activo en la fase terminal.

El sistema es ofrecido por la empresa como un conjunto de 4 elementos, siendo uno de ellos opcional:

- Un centro táctico de operaciones
- Una unidad móvil de sensores
- Dos unidades de fuego
- Uno o más vehículos de recarga

El fabricante asegura una alta capacidad de adaptación al terreno, un tiempo de despliegue corto, una gran capacidad de detección de embarcaciones pequeñas y de gran maniobrabilidad y facilidad de empleo en condiciones adversas, como pueden ser zonas con rutas marítimas, puertos u oleoductos. [16]

El sistema Marte, al tener un alcance máximo de 100km, con posibilidad de lanzar dos tipos de misiles con distintos alcances, se adapta mejor a los alcances de los medios de adquisición actuales a nivel grupo, aunque en la compra se incluya una unidad de sensores adaptada a los alcances del sistema. Por sus características, está diseñado para ofrecer vigilancia sobre el tráfico marítimo, por lo que sus unidades de sensores desempeñarían un gran papel en las labores de vigilancia del estrecho que lleva a cabo el Regimiento a la vez que cubre la necesidad de contar con un sistema preciso y con mayor alcance que los medios actuales. Se anunció su existencia en el año 2014 y todavía se encuentra en fase de desarrollo. [17]



Figura 8: Sistema de defensa de costas Marte. Fuente: [16]

El sistema Exocet ofrece unos alcances mayores al sistema Marte y su uso está enfocado a la defensa de costas a larga distancia con una mayor capacidad destructiva.

En cuanto a la necesidad de integración con los sistemas de mando y control de escalones superiores, como podrían ser los de Regimiento, la empresa MBDA dispone de expertos cuya misión es solucionar este tipo de problemas en los sistemas de los clientes, por lo que se podría cerrar en el contrato el apoyo en la integración de los nuevos lanzadores y unidades de sensores.

4.1.2.4. Naval Strike Missile (NSM)

Los misiles NSM, producidos por la empresa noruega Kongsberg, surgieron como respuesta a la necesidad de un misil de nueva generación que proporcionara una solución eficaz para equipar en los buques modernos.

Puede ser lanzado desde navíos o desde plataformas terrestres y ofrece un alcance de más de 200km con una cabeza de guerra de 120kg con espoleta programable⁹. Está preparado para funcionar como misil anti-buque o de ataque a tierra, por lo que podría servir de apoyo en la modalidad de ACA para ofrecer unos alcances mayores a los de las baterías de obuses. Los misiles NSM ofrecen una de las mejores capacidades de supervivencia frente a sistemas de defensa antiaérea gracias a sus sensores pasivos¹⁰, su reducida firma térmica y su baja altitud de vuelo. [18]

⁹ Las espoletas programables permiten regular el momento de la explosión del proyectil, dependiendo de los efectos que se desee causar en el objetivo.

¹⁰ Los sensores pasivos reciben las emisiones de otros sistemas sin emitir ninguna señal, de forma que son mucho más difíciles de detectar que los sistemas que emiten activamente.



Figura 9: Modelado digital de NSM. Fuente: [18]

La armada noruega ya utiliza el sistema NSM en sus navíos y la armada polaca espera recibir en un corto período de tiempo el sistema, además se han cerrado contratos para suministrar los misiles a Alemania en un futuro próximo. [19] En la actualidad, es uno de los misiles que ofrece unas mejores capacidades a mejor precio.

Como ejemplo del coste de adquirir una batería de lanzadores de misiles NSM para defensa de costas podemos tomar el presupuesto realizado por la empresa Kongsberg Defence and Aerospace (KDA) a la armada griega para la adquisición de dos baterías de lanzadores terrestres. El presupuesto, que alcanza la suma de 120 millones de euros, incluye: [20]

- Un centro táctico de operaciones
- Un vehículo de enlace (incorpora radios y elementos de enlace)
- Tres vehículos directores de fuegos
- Tres lanzadores
- Una unidad de sensores
- Un vehículo de carga
- Un taller móvil

En el presupuesto se incluyen, por tanto, todos los elementos necesarios para el total funcionamiento de la batería, incluyendo la unidad de sensores que permitiría aumentar las capacidades de vigilancia del GACTA I/4.

Actualmente se encuentra en desarrollo el Joint Strike Missile, un misil de larga distancia que compartirá plataforma de lanzamiento con el NSM, por lo que podrá ser utilizado sin necesidad de comprar más elementos.[21]

4.1.3. Loitering Munition

La *Loitering munition* (munición merodeadora en castellano) es un tipo de sistema de armas en que el proyectil deambula sobre la zona en que se espera batir el objetivo y actúa una vez el objetivo ha sido localizado. [22]

Por sus características, este tipo de sistema ocupa un nicho entre los misiles de crucero y los Remote Piloted Aircraft Systems (RPAS o aeronaves tripuladas remotamente). Comparte con los misiles de crucero la carga explosiva y la finalidad de ser intencionadamente destruido en su uso al impactar y explotar contra el objetivo, mientras que con los RPAS comparten la capacidad de sobrevolar la zona objetivo durante un período relativamente prolongado de tiempo. Por sus semejanzas con los sistemas tipo misil, comparte las mismas ventajas de alcance y precisión, así como la desventaja del elevado coste que es aún mayor.

Una de las opciones disponibles actualmente para su adquisición a empresas extranjeras es el sistema israelí IAI Harop (o Harpy 2) [23]. De entre todas las loitering munition producidas por naciones aliadas se ha elegido el Harop para formar parte de este estudio por ser el único con una carga explosiva semejante a la de los proyectiles convencionales de artillería, siendo la mayoría muy pequeños para el uso que se desea darle.

Debido a que es un sistema de invención reciente, no existe una gran variedad de opciones de compra y el desarrollo íntegro de un sistema de estas características específico para el Ministerio de Defensa (MINISDEF) requeriría de una inversión desproporcionadamente grande en relación con el uso que se prevé dar a este tipo de municiones en el ET.

4.1.3.1. Harop

El sistema Harop, al ser la loitering munition un sistema de armas con pocos años de uso, cuenta con muy pocos competidores en su segmento, siendo prácticamente el único sistema cuyo desarrollo se ha completado y está en completo funcionamiento y disponible para su compra y uso junto con su predecesor, el Harpy.

Gracias a su capacidad de vuelo autónomo es capaz de batir objetivos a una distancia de hasta 1000km del lanzador con una autonomía de vuelo de 6 horas, aunque se aprovecha todo su potencial al patrullar un área concreta transmitiendo información al centro de mando mediante las cámaras térmicas y de TV de que dispone. El Harop permite que un operador seleccione manualmente los objetivos detectados por el sensor electroóptico del sistema, lo que resulta especialmente útil en la zona del estrecho, ya que debido a la gran cantidad de tráfico marítimo de la zona es necesario maximizar la seguridad de las embarcaciones civiles en caso de empleo del sistema.



Figura 10: Harop en exposición. Fuente: [40]

Gracias a los detectores de pulso es capaz de detectar misiles enemigos e interceptarlos en vuelo, ofreciendo unas capacidades de defensa antiaérea además de las de Artillería de costa y campaña en un solo lanzador. El otro modo de ataque de que dispone es mediante el guiado manual del dispositivo por parte del operador, que recibe toda la información que capta el Harop y lo guía hacia el objetivo deseado.

Al portar el sistema todos los sensores la capacidad de carga de explosivos se reduce considerablemente en comparación a un misil convencional, por lo que la cabeza de guerra del Harop porta tan sólo 23kg de explosivo [22] frente a los 165kg del misil Exocet, por ejemplo.

4.2. Análisis y decisión

Para ayudar a la elección de uno de los sistemas propuestos como mejora de los medios actuales se ha realizado una matriz en que se han asignado puntuaciones a las distintas propuestas en diferentes aspectos que se han considerado de importancia en la toma de decisiones. La finalidad de la matriz es comparar las características de los sistemas y sus capacidades para batir un blanco para ayudar en el estudio y la comparativa entre los diferentes sistemas, sin embargo, no se trata de una herramienta decisiva que comprenda todos los aspectos necesarios para la toma de la decisión. Las características se han puntuado del 1 al 10, siendo el 10 la mejor puntuación y el 1 la puntuación más baja, y se han asignado las puntuaciones a cada sistema en relación con las otras opciones. Véase [Anexo F](#) para más información.

Sistemas/Características	Alcance	Precisión	Capacidad destructiva	Coste	Adaptabilidad	Media
EXCALIBUR	1	1	2	9	6	3,8
VULCANO	2	1	1	10	10	4,8
RBS-15	7	8	9	2	6	6,4
Exocet	6	8	8	2	7	6,2
Marte	4	7	7	4	6	5,6
NSM	6	9	7	5	9	7,2
HAROP	10	10	2	1	5	5,6

Tabla 1: Matriz de decisión. Fuente: Elaboración propia.

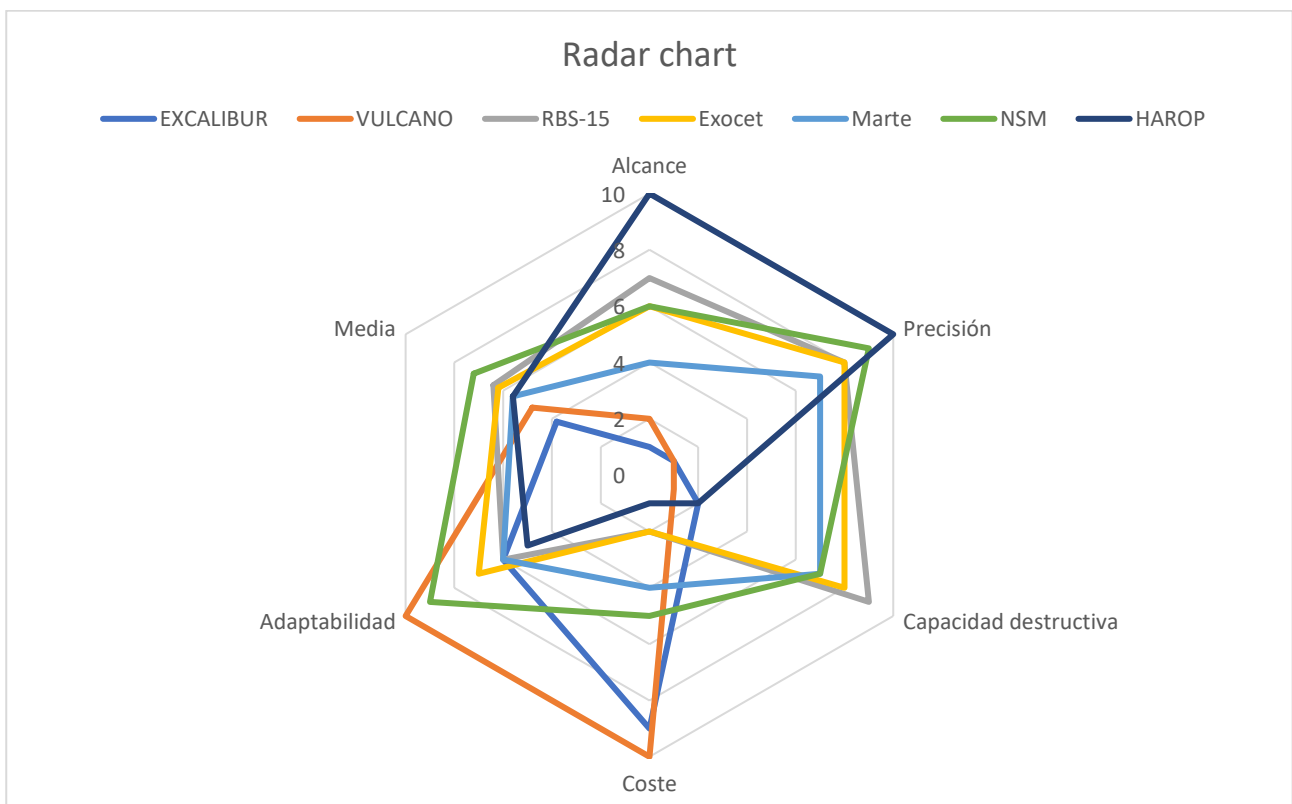


Figura 11: Radar Chart. Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la matriz, el sistema que obtiene una mejor puntuación, gracias a su alcance, la gran precisión que le otorgan los sistemas de adquisición de última generación y su adaptabilidad al ET por sus características, además de tener un fácil acceso para su adquisición en el corto-medio plazo es el NSM. Muy de cerca, tenemos los otros cuatro sistemas de misiles, tanto el Exocet y el Marte de la empresa MBDA como el RBS-15, que ofrecen sistemas muy similares con escasas diferencias.

En el extremo inferior, las municiones guiadas reciben la peor puntuación pese a ser las opciones más baratas debido a su corto alcance en comparación con los misiles, la necesidad de esperar a la finalización de su desarrollo y la mala precisión en comparación con los sistemas de guiado de los misiles. Una puntuación similar a las municiones

guiadas recibe el HAROP por su elevado coste además de poseer una cabeza de guerra de reducido tamaño que equipara su capacidad de destrucción a los proyectiles convencionales en lugar de a los misiles.

En el conjunto de los sistemas de misiles cabría destacar de entre los demás a los sistemas de la empresa el sistema NSM y los dos de la empresa MBDA, ya que al ser vendidos todos ellos como conjunto de todos los elementos necesarios para formar las secciones de lanzadores contribuirían en gran medida a las labores de vigilancia que desempeña el RACTA 4 por contar con unidades de sensores. Además, de los dos sistemas de MBDA, podríamos destacar el Marte sobre el Exocet por poder emplear dos misiles diferentes cuyos alcances se ajustan más a las distancias en que trabaja el Grupo.

A continuación, se ofrecen los dos sistemas que por sus características se considera que se adaptan mejor a las necesidades actuales y futuras del GACTA. Teniendo en cuenta todos los aspectos analizados se ha realizado un DAFO para cada sistema, y la propuesta final de estructuras a adoptar de este proyecto es:

- Adquirir municiones Vulcano cuando termine su fase de pruebas para mejorar las capacidades de los obuses 155/52 tanto contra objetivos navales cercanos en la modalidad de ACTA como contra objetivos terrestres en la modalidad de ACA. Se ha seleccionado los proyectiles Vulcano frente a los proyectiles Excalibur S ya que el coste será previsiblemente menor, al ser el precio de los proyectiles Excalibur de 65000\$ sin el sistema de guiado por infrarrojo y de 50000\$ el de los proyectiles Vulcano. Además, al contrario que el Excalibur S, ya se encuentran en la fase de producción y podrían adquirirse de manera inmediata.

Debilidades	Amenazas
➤ Necesidad de adquirir medios optrónicos.	➤ Alcance reducido frente a misiles.
Fortalezas	Oportunidades
➤ Adaptados a los obuses 155/52. ➤ Gran utilidad en ambas modalidades.	➤ Bajo coste. ➤ Posibilidad de adquisición inmediata.

Figura 12: DAFO del proyectil Vulcano. Fuente: Elaboración propia.

- Adquirir a su vez una batería de misiles NSM, pudiendo adquirir más lanzadores en el futuro para formar un grupo de baterías lanzamisiles. Se ha elegido el sistema de la empresa KDA en lugar de alguno de sus competidores por ser el sistema más moderno y con mayor potencial, ofrecer un buen alcance y una mejora en la capacidad de destrucción frente a las municiones convencionales además de ser el único del que se ha conseguido información sobre su coste.

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de personal. ➤ Necesidad de formar a las tripulaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Coste elevado.
Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mejora notable de las capacidades del grupo. ➤ Conjunto de todos los sistemas necesarios. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Disponibilidad de información sobre costes. ➤ Alta supervivencia de los misiles.

Figura 13: DAFO del sistema NSM. Fuente: Elaboración propia.

4.3. Viabilidad técnica y económica

Debido a la cantidad de sistemas que intervienen tanto en la adquisición de objetivos como en los sistemas de mando y control de los medios, es necesario hacer un estudio de los sistemas propuestos para su adquisición y comprobar la compatibilidad entre la infraestructura existente y la que se desea adquirir y proponer las modificaciones necesarias si las hubiera. En caso de querer mantener las baterías de obuses actuales y crear baterías nuevas de lanzadores sería necesaria una gran cantidad de personal, lo que supondría un gran problema de plantilla para el GACTA I/4 debido a los problemas de personal que sufre no solo esta unidad, sino el ET en su conjunto.

Hay que tener en cuenta que, para la adopción de las municiones guiadas no serían necesarios nuevos radares, ya que los radares con los que cuenta actualmente el RACTA 4 seguirían ofreciendo un alcance suficiente para que las baterías pudieran batir los objetivos lo que supondría una ventaja al no suponer un aumento en el coste. Por otro lado, sí que serían necesarios nuevos medios optrónicos y designadores láser para el guiado de los proyectiles, lo que supone un coste añadido. Con los misiles, en cambio, sería necesario actualizar los medios radar y adquirir unos con capacidad de detección a unas distancias más cercanas a los 200km para poder sacar el máximo provecho al alcance de los misiles, siendo esto una desventaja frente a las municiones guiadas que no requieren este desembolso adicional.

Para implementar las municiones guiadas en las baterías sería necesario adquirir medios optrónicos y designadores láser para cada una de las secciones de cada batería con la finalidad de mantener las capacidades operativas del Grupo. Ya que una acción de

fuego para un blanco la realiza normalmente una Sección, es necesario que cada una de ellas cuente con un operador que designe los blancos para que las piezas puedan realizar el tiro independientemente de las otras secciones. Por tanto, habría que adquirir 6 cámaras y un igual número de designadores láser para equipar a los operadores de las secciones. Como cantidad inicial en una primera entrega se propone la adquisición de 100 unidades de proyectiles Vulcano, con la finalidad de probarlos y considerar si su uso aumenta las capacidades de las baterías de obuses de la forma esperada, pudiendo adquirir en el futuro otro tipo de munición guiada como el Excalibur S, ya que los medios de los designadores serían los mismos en ambos casos.

Para la implementación del sistema NSM tan solo sería necesario cerrar el contrato con la empresa KDA para la adquisición del conjunto de elementos de la batería de lanzadores y acordar en el mismo la entrega de toda la documentación necesaria y la cantidad de misiles que se considere adecuada para una primera compra siendo el mínimo de 4 unidades por lanzador, que suman un total de 12 misiles.

Elemento	Precio unitario	Unidades	Coste
Cámara	150.000 €	6	900.000 €
Designador láser	100.000 €	6	600.000 €
Proyectil Vulcano	70.000 €	100	7.000.000 €
		Total Vulcano	8.500.000 €
Conjunto NSM	120.000.000 €	1	120.000.000 €
		Total	128.500.000 €

Tabla 2: Presupuesto. Fuente: Elaboración propia.

4.4. Análisis de riesgos

Debido a la magnitud del proyecto, resulta indispensable realizar un análisis de los riesgos que conlleva su ejecución. En este análisis se tendrán en cuenta la probabilidad de ocurrencia y el impacto que tendría sobre el proyecto cada uno de los riesgos detectados. Una vez asignados los niveles a cada riesgo se clasificarán en una tabla para su mejor comprensión.

El mayor riesgo al que se enfrenta el proyecto es la imposibilidad de conseguir la **financiación** necesaria del presupuesto del Ministerio de Defensa. Debido a la situación económica actual y la prioridad de otros proyectos de adquisición, mejora o reforma a los que se enfrenta el MINISDEF hoy en día se le ha asignado a este riesgo un grado de probabilidad elevado. La falta de liquidez para la adquisición de cualquiera de los medios propuestos conllevaría la automática cancelación del proyecto, por lo que supondría un impacto máximo en la ejecución. Por tanto, el riesgo de no conseguir la financiación necesaria es la mayor amenaza a la que se enfrenta el proyecto de adquisición.

Otro de los riesgos del proyecto es el incumplimiento de los contratos en cuanto a **especificaciones** por parte de la empresa proveedora. Supondrían un gran problema en cuanto al funcionamiento esperado de las unidades con los nuevos materiales, pero debido a su baja probabilidad de ocurrencia no supone un riesgo crítico.

El retraso en los tiempos de **entrega** por problemas logísticos o internos de la empresa con que se cierre el contrato es otro de los riesgos de importancia media. No supondrían un gran impacto al proyecto, ya que solamente retrasarían la puesta en funcionamiento de los materiales en las baterías, pero se le ha asignado un grado de probabilidad elevado.

La dificultad de **adaptación** del personal al nuevo material en caso de adquisición e implantación supone un riesgo de probabilidad de ocurrencia moderada, ya que se trata de un material totalmente nuevo que el personal desconoce por completo,¹¹ pero ya que se trata de profesionales de las fuerzas armadas, muchos de ellos con más de una década de antigüedad en el ET, se les supone una gran capacidad de adaptación y no se le asigna un gran impacto.

La falta de **personal** para la creación de la nueva batería es uno de los riesgos con probabilidad de ocurrencia que afectaría al funcionamiento de la unidad de nueva creación, especialmente en las fases iniciales. Debido a las dificultades que atraviesa actualmente el ET en cuanto a plantilla, podría resultar complicado conseguir a los aproximadamente 100 miembros que serían necesarios para la composición de una nueva batería de lanzadores y su correspondiente proceso de instrucción específica con el nuevo material.

Un riesgo a tener en cuenta es la posibilidad de que los sistemas, a pesar de cumplir las especificaciones, presenten problemas de compatibilidad e **integración** con otros sistemas existentes en las unidades de mando y control de artillería, por lo que supondría un sobrecoste el realizar otro proyecto adaptación del software para posibilitar ese intercambio de información.

Probabilidad	3	Entrega		Financiación
	2	Adaptación	Personal	Integración
	1			Especificaciones
		Bajo	Medio	Alto
		Impacto		

Tabla 3: Matriz de riesgos. Fuente: Elaboración propia.

¹¹ Para el correcto funcionamiento de la mayoría de los sistemas propuestos sería necesario un período de formación, en muchos casos impartido por la propia empresa suministradora.

5. IMPLEMENTACIÓN

Para la implementación de los dos sistemas propuestos se deben hacer dos proyectos de compra, uno por sistema, de modo que se desarrollen de forma totalmente autónoma, pudiendo seleccionar solo uno de los dos proyectos en caso de querer mejorar solo los aspectos que ofrece uno de ellos o de carecer de financiación para la compra de ambos, siendo el más susceptible de ser cancelado el del sistema NSM por su elevado coste.

5.1. Vulcano

El proceso para la implementación de las municiones Vulcano no sería especialmente complejo. Dado que son municiones creadas específicamente para calibres 155/52, su adaptación en las piezas debería ser sencilla, ya que no se requiere ningún tipo de adaptación.

El mayor obstáculo al que habría que enfrentarse al implementar los proyectiles sería la formación de los operadores de los designadores láser y las cámaras que deben guiar los proyectiles hasta el objetivo en la fase terminal de vuelo del proyectil.

Aparte de la formación de los operadores y la instrucción de los sirvientes y jefes de las piezas que forma parte de su trabajo diario, la única gestión que debería solicitarse a las unidades logísticas encargadas sería el almacenamiento y la gestión de las municiones de la misma manera que se gestionan actualmente los proyectiles convencionales.

5.2. NSM

Para implementar el sistema NSM en el GACTA I/4, se propone la adquisición de una batería de lanzadores y su integración en el grupo, convirtiéndolo en un grupo mixto de obuses y lanzadores. Dado que las baterías están preparadas para trabajar de forma totalmente autónoma, incluso rotando entre ellas a lo largo del año para desempeñar la función de batería en modalidad ACA, la integración de una batería de lanzadores de misiles no afectaría a la orgánica de las otras baterías. Teniendo en cuenta la falta de personal que sufren las baterías de obuses y la gran cantidad de obuses que se encuentran inoperativos por diversos motivos, existe la opción de integrar los miembros y medios de una de las baterías de obuses en las otras dos restantes,¹² manteniendo la orgánica del grupo con tres baterías de armas de la siguiente manera:

- Mando y plana mayor de mando
- 1 batería de plana mayor
- 2 baterías de obuses 155/52 (Una de ellas en modalidad ACTA y la otra en modalidad ACA)
- 1 batería de lanzadores de misiles NSM
- 1 batería de servicios.

¹² Actualmente, debido a la falta de personal en la unidad, muchos de los artilleros se integran con frecuencia en otras baterías cuando es necesario reforzarlas para realizar ejercicios de instrucción.

En primer lugar, habría que negociar con la empresa KDA y llegar a un acuerdo en cuanto a los elementos que se desean adquirir, documentación a entregar por la empresa, formación del personal y soporte logístico entre otros mediante la realización de un pliego de prescripciones técnicas (PPT). Una vez recibido el presupuesto, en caso de ser aceptado el proyecto, se iniciaría el proceso de recepción del material para la fecha de entrega indicada en el PPT. Durante el período de espera hasta la recepción del material, se deberían llevar a cabo las labores de formación del personal de la nueva batería a todos los niveles, desde los sirvientes de los lanzadores hasta los oficiales, además de realizar la reestructuración de la orgánica del GACTA I/4 para asegurar que la operatividad del grupo se ve lo menos comprometida posible y que en el momento de recibir el material se puede empezar a trabajar con el mismo.

6. CONCLUSIONES

Tras la realización del estudio de los medios propios y de otros estados y la evolución que ha experimentado la artillería de costa desde mediados del s.XX, podemos concluir que la Artillería de costa tipo cañón no tiene la capacidad de hacer frente a las amenazas navales actuales. Por tanto, si el ET desea mantener la capacidad de defender el litoral frente a ataques desde navíos de guerra, es necesario modernizar los sistemas de armas de que dispone, siendo los misiles la mejor opción.

De las estructuras propuestas, tanto los sistemas tipo misil como las loitering munition dan solución a las dos principales deficiencias detectadas en el GACTA, la necesidad de actualización de los medios y la incapacidad de hacer un fuego preciso sobre puntos vitales de los buques de guerra. En cambio, las municiones guiadas tan solo solucionan este último punto, ya que las estructuras no variarían.

De todos los sistemas tipo misil, los que mejor se adaptan a las necesidades actuales del ET, por ser la mayoría de las acciones en que participa misiones de vigilancia contra el narcotráfico y la inmigración ilegal, son el Marte Mobile Coastal y el NSM, ya que disponen de sus propias unidades de sensores que mejorarían notablemente el desempeño del GACTA I/4 en la obtención de información. De estas dos, se ha seleccionado el NSM por ser el que ofrece una mayor supervivencia de los misiles, contar con lanzadores que podrán proyectar misiles de largo alcance en un futuro próximo y ofrecer un mejor soporte logístico, además de haber finalizado su desarrollo y poder adquirirse de forma inmediata, al contrario que el sistema Marte.

Se propone mantener las baterías de obuses para no perder las ventajas que ofrece la artillería cañón, como son la capacidad de hacer fuego sobre objetivos a menor distancia a un coste considerablemente menor al de los misiles, además de permitir una adaptación progresiva de la artillería misil en el Regimiento integrando tan solo una batería inicialmente. Para ello, y para mejorar las capacidades de los obuses, se propone también la adquisición de municiones inteligentes, que pueden utilizarse tanto en la modalidad de ACTA como en la de ACA e incluso ser adoptadas en otras unidades del ET.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] MADOC, «PD4-302» 2016.
- [2] MADOC, «PD4-305» 2017.
- [3] MADOC, «ACART-MT-034» 2000.
- [4] Boeing, «Historical Snapshot: AGM/RGM/UGM-84 Harpoon Missile» [Online]. En: <https://www.boeing.com/history/products/agm-84d-harpoon-missile.page>. [Accedido: 15-oct-2018].
- [5] Military Factory, «FREMM (class) Multirole / Multipurpose Guided-Missile Stealth Destroyer / Frigate Warship - France» [Online]. En: https://www.militaryfactory.com/ships/detail.asp?ship_id=fremm-multipurpose-frigate-french-navy. [Accedido: 24-oct-2018].
- [6] M. Á. Martín Fernández Coronel de Artillería, «Tendencias de Artillería» *Meml. Artillería*, vol. 1, no. 171, 2015.
- [7] Raytheon, «Excalibur Projectile» [Online]. En: <https://www.raytheon.com/capabilities/products/excalibur>. [Accedido: 15-oct-2018].
- [8] Leonardo Company, «VULCANO 155mm» [Online]. En: <http://www.leonardocompany.com/en/-/vulcano-155mm>. [Accedido: 15-oct-2018].
- [9] BAE Systems, «Vulcano Precision-Guided Munitions» [Online]. En: <https://www.baesystems.com/en-us/product/vulcano-precision-guided-munitions>. [Accedido: 15-oct-2018].
- [10] OTO Melara, «Vulcano 155mm»
- [11] Joe Gould, «US Army ‘Dumb’ 155mm Rounds Get Smart» 2015.
- [12] El País, «El sistema de misiles antibuque Harpoon, instalado por primera vez en un barco español» 25-01-1983.
- [13] SAAB, «Saab Launches Next Generation Anti-ship Missile System RBS15 Gungnir» 2018.
- [14] SAAB, «The RBS15 family» [Online]. En: <https://saab.com/air/weapon-systems/air-to-surface-missile-systems/rbs15-family/>. [Accedido: 15-oct-2018].
- [15] MBDA Missile Systems, «Marte Mobile Coastal Defence System»
- [16] MBDA Missile Systems, «MARTE MOBILE COASTAL» [Online]. En: <https://www.mbda-systems.com/product/marte-mobile-coastal/>. [Accedido: 15-oct-2018].
- [17] Deagel, «MCDS» [Online]. En: http://www.deagel.com/Artillery-Systems/MCDS_a002963001.aspx. [Accedido: 26-oct-2018].
- [18] Kongsberg, «Naval Strike Missile» 2017. [Online]. En: <https://www.kongsberg.com/en/kds/products/missilesystems/navalstrikemissile/#>. [Accedido: 17-oct-2018].

- [19] Naval Today, «Kongsberg gets \$27m for German, Norwegian Naval Strike Missile deliveries» 21-06-2018.
- [20] G. Tsiboukis, « Hellenic Navy may buy Kongsberg defence systems» Defence IQ, 06-01-2017.
- [21] Airforce Technology, «Joint Strike Missile (JSM) » [Online]. En: <https://www.airforce-technology.com/projects/joint-strike-missile-jsm/>. [Accedido: 26-oct-2018].
- [22] Center for the study of the drone, «Loitering Munitions» 2017.
- [23] Airforce Techonolgy, «Harop Loitering Munitions UCAV System» [Online]. En: <https://www.airforce-technology.com/projects/haroploiteringmuniti/>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [24] Navy Recognition, «FREMM Aquitaine class Frigate - DCNS» 2012. [Online]. En: <http://www.navyrecognition.com/index.php/west-european-navies-vessels-ships-equipment/french-navy-marine-nationale-vessels-ships-equipment/french-navy-marine-nationale-frigates-and-destroyers/786-fremm-aquitaine-class-multi-mission-frigate-asm-asw-anti-su>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [25] M. G. Díaz, «*Tres Siglos de Historia*» 2010.
- [26] Antonio Rodríguez Jiménez, «ARTILLERÍA DE COSTA. Enfrentarse a los buques desde tierra» 2014.
- [27] Cap Infantería Fernando Daniel QUINODOZ, «Apoyo de Fuego Cercano en el Siglo XXI» no. 1991, 2017.
- [28] KBP Istrument Design Bureau, «Krasnopol-M2» [Online]. En: <http://kbptula.ru/en/productions/artillery-guided-weapon-systems/krasnopol-m2>. [Accedido: 26-oct-2018].
- [29] Military Today, «Kh-35 Anti-Ship Cruise Missile» [Online]. En: http://www.military-today.com/missiles/kh_35.htm. [Accedido: 26-oct-2018].
- [30] BrahMos, «BRAHMOS Supersonic Cruise Missile» [Online]. En: <http://www.brahmos.com/content.php?id=10&sid=10>. [Accedido: 26-oct-2018].
- [31] Army Technology, «BrahMos Supersonic Cruise Missile»
- [32] Military Today, «OTOMAT Anti-Ship Missile» [Online]. En: <http://www.military-today.com/missiles/otomat.htm>. [Accedido: 26-oct-2018].
- [33] J. Trevithick, «It's Official, The Navy's Next Anti-Ship Cruise Missile Will Be The Naval Strike Missile» The Drive, 31-05-2018.
- [34] S. LaGrone, «Raytheon, Kongsberg to Build Naval Strike Missile in U.S.» 13-07-2016
- [35] MADOC, «PD4-304» 2018.
- [36] DSCA, «Netherlands – M1156 Precision Guided Kits» 2018.
- [37] Defense News, [Online] En: www.defensenews.com [Accedido: 26-oct-2018]
- [38] Armada Internacional, [Online] En: www.armadainternacional.com [Accedido:

26-oct-2018]

[39] Espejo Aeronáutico, [Online] En: www.espejoaeronautico.blogspot.com
[Accedido: 26-oct-2018]

[40] Wikipedia, [Online] En: en.wikipedia.org [Accedido: 26-oct-2018]

7. ANEXOS

Anexo A: Clase FREMM

Las fragatas de la clase FREMM son buques de iniciativa y fabricación europea diseñados que forman parte mayormente de las armadas de Francia e Italia, aunque también han sido adquiridas por Egipto y Marruecos.

En servicio desde el año 2012, fueron concebidas para hacer frente a cualquier tipo de amenaza, ya sea naval, aérea o submarina. Con una longitud de 142 metros y 20 metros de eslora, es capaz de navegar a más de 27 nudos con una autonomía de hasta 45 días, servido por una tripulación de 108 miembros. [5]

Cuenta con dos lanzadores de torpedos y una serie de ametralladoras, así como un cañón del calibre 76, además de un conjunto de misiles de la empresa MBDA que le permiten actuar contra cualquier tipo de objetivo: [24]

- 16 misiles antiaéreos ASTER 15
- 8 misiles antibuque MM40 Block III
- 16 misiles de ataque a tierra SCALP Naval

Como sistemas de sensores, hace uso de medios oprónicos con un sistema de búsqueda infrarroja, un sistema de radar y un sistema sonar, ambos de la empresa Thales. Además, dispone de contramedidas para hacer frente a misiles y combatir en guerra electrónica.

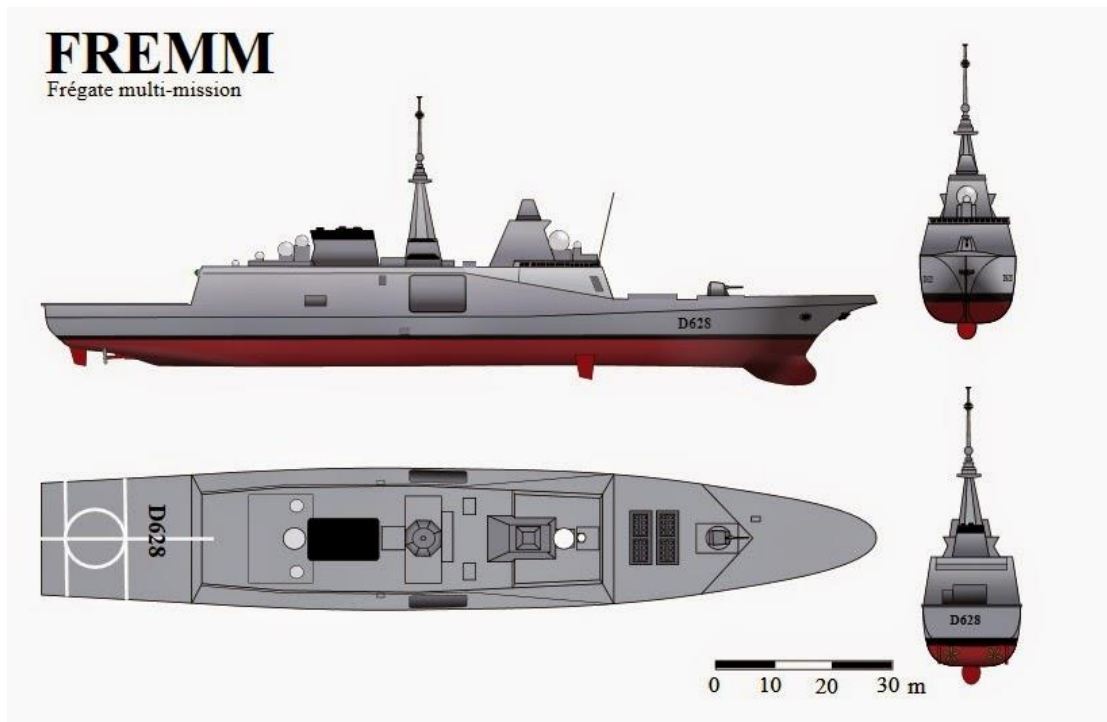


Figura 14: Modelo de fragata clase FREMM. Fuente: [40]

Anexo B: Introducción histórica

Desde la creación de las primeras piezas de artillería en el siglo XVI, éstas se han utilizado para defender plazas y baluartes, así como artillar fortificaciones costeras con el fin de disuadir a las potencias rivales de atacar la costa.

Durante siglos se han utilizado piezas de gran calibre con grandes alcances para hacer frente a embarcaciones con alcances similares o inferiores, habiéndose utilizado en numerosos casos los mismos cañones en los buques que en las baterías de costa. Se invirtió una gran cantidad de recursos en aumentar la extensión de costa cubierta por baterías para mantener la vigilancia y en renovar los medios de que disponían en las mismas

La mayor parte de las piezas que se han utilizado en la defensa de costas han sido fijas debido a su gran calibre, que obligaba a fabricarlas de un gran tamaño y peso, imposibilitando su fácil desplazamiento. Algunos ejemplos de cañones fijos que se han utilizado en la Artillería de costa española durante los siglos XIX y XX son los Krupp de 30.5cm o los Armstrong de 25.5cm que se utilizaron en diferentes asentamientos en Cádiz durante décadas. Además de estos cañones fijos, también se han utilizado complementariamente otros de menor calibre y tamaño como las baterías de 15.5cm o los cañones navales de 120mm que a pesar de ser piezas fijas de gran tamaño tenían un alcance menor, una mayor cadencia de tiro y una mayor facilidad de servicio. [25]

Hasta finales del siglo XX las comunicaciones entre las baterías de costa resultaron difíciles, ya que entre dos asentamientos podía resultar mantener un enlace constante por radio o incluso telégrafo dependiendo de la distancia. Los nuevos sistemas de información y comunicaciones han permitido que las unidades desplegadas puedan mantenerse en contacto de manera continuada pudiendo incluso integrar sistemas de ejércitos distintos para que puedan compartir información sobre la situación en el mar con una gran facilidad, mejorando notablemente su capacidad de actuación frente a amenazas navales.

A pesar de la gran importancia que ha desempeñado la Artillería de costa durante cientos de años, la evolución de esta en España muestra una clara inclinación a la reducción de los Regimientos y Baterías de esta especialidad, contando tan solo con un regimiento con escasas 3 baterías de obuses en todo el Territorio Nacional desde el año 2008. Este criterio sigue la estela de muchos otros ejércitos alrededor del mundo en los que la Artillería de costa ha perdido importancia llegando en algunos casos a ser suprimida por completo, cediendo el total de la responsabilidad de la defensa de costas a otras especialidades o cuerpos.

En el año 2008 se retiraron en Tarifa las últimas piezas fijas en activo en el ET pasando a contar exclusivamente con una serie de piezas remolcadas que pueden ocupar tanto los asentamientos en que antes se encontraban las piezas fijas, como otros diferentes en caso de necesidad. Esta transición de piezas fijas a móviles responde a la aparición durante la Primera Guerra del Golfo de las primeras municiones inteligentes. A partir de ese punto, la necesidad de poder desplazar las piezas entre asentamientos para evitar el fuego efectivo desde los navíos se convirtió en prioridad para la Artillería de costa de todo el mundo. [26]

En la actualidad, las tareas que desempeña la Artillería de costa están más enfocadas al control del tráfico marítimo en colaboración con la armada, proporcionando información que resulta de gran utilidad en la lucha contra el narcotráfico y la inmigración ilegal en el marco geográfico del estrecho de Gibraltar, donde se desarrollan la mayor parte de las operaciones de vigilancia que efectúa el RACTA 4.

Anexo C: Obús 155/52 APU SBT.

El obús 155/52 APU SBT es el medio productor de fuego con que cuentan el GACTA I/4.



Figura 15: Obús SBT155/52. Fuente: [2]

«El obús 155/52 APU SBT V07 es una pieza de artillería remolcada de longitud 10,968 m (conjunto pieza-camión aproximadamente 20 m) y dispone de una unidad auxiliar de potencia (APU) situada a vanguardia de la pieza que le permite moverse por el terreno de forma autónoma a una velocidad máxima de 18 km/h por carretera y de 8 km/h en conducción todoterreno.

Su tripulación es de jefe de pieza y cinco sirvientes.

Dispone de un sector de tiro máximo de 1245° (70°) en orientación y de 1299° en elevación (73°).

Su alcance máximo depende del tipo de munición empleada, pudiendo llegar a los 40 km con proyectiles de alcance extendido por corrección de la aerodinámica de culote simple.

Su cadencia de tiro es de diez disparos por minuto sobre objetivos fijos y algo menor sobre objetivos en movimiento debido al tiempo empleado en apuntar la pieza en cada disparo, siendo proporcionada por la maniobra automática de su cierre y atacado hidráulico, operados ambos desde la consola del sirviente del cierre, y sobre todo a que cuenta con una estopinera de tipo revólver con una capacidad de 10 estopines.

Este obús dispone de un sistema de control de puntería automática (CPA), que le permite estar continuamente apuntando al punto futuro del objetivo.

El cálculo de la posición del obús y los datos de tiro los realiza el sistema de navegación y cálculo balístico, constituido por un radar de velocidad en boca (MVR) que se activa por el sonido y proporciona la velocidad inicial real del proyectil y por un sensor de movimiento del vehículo (VMS).

Consta de una unidad de referencia del vehículo (VRU), que proporciona al sistema la orientación y posición de la boca de fuego, que está constituido a su vez por un giróscopo láser, un acelerómetro y un GPS integrado.

El obús está dotado de una unidad de proceso y presentación e introducción de datos (CDU), sin el cual el sistema de navegación y cálculo balístico no funcionaría permitiendo a su vez la interacción con el operador.» [2] (p. A-16)

Anexo D: Medios específicos del Núcleo de Tarifa

Los medios específicos de que dispone el RACTA 4 para la vigilancia, adquisición y localización de objetivos se encuentran en el Núcleo de Tarifa, encuadrados en unidades subordinadas al Regimiento, y se encuadran en las UDACTAs¹³ para el cumplimiento de misiones determinadas. [2]

D.1. Puesto de observación móvil (POMO)

«Permite realizar exploración tanto manual como automática, con un alcance de hasta 20 km, enviando las imágenes en tiempo real al centro de operaciones de la UDACTA, pudiendo realizar el cálculo de orientación sensor-buque. Igualmente, puede realizar captura de imágenes para enviarlas vía datos.

Esta montado sobre un camión cabina que le proporciona la movilidad necesaria para realizar la vigilancia del espacio marítimo en la zona de litoral que se determine.

El equipo POMO está al mando de un suboficial, y su cámara es manipulada por un sirviente, que recibe las instrucciones de la zona u objetivo al que debe apuntar la visual de la cámara de la célula de inteligencia del puesto de mando de la UDACTA.

Este equipo se encuentra encuadrado en la batería de localización e identificación de objetivos (BLIO) del regimiento de artillería de costa.» [2]



Figura 16: POMO. Fuente: [2]

¹³ Una UDACTA es una estructura operativa organizada sobre la base de la estructura orgánica del Regimiento, que cuenta con medios de vigilancia y adquisición de objetivos, medios productores de fuego y elementos de apoyo logístico para el cumplimiento de una misión determinada. [2] (p. IX)

D.2. Radar de exploración (RAE)

«El equipo, al mando de un suboficial, consiste en un radar de exploración, con un alcance en exploración entre 180 m y 180 km, montado sobre un camión-cabina que le proporciona la necesaria movilidad.

El RAE tiene como cometido principal la vigilancia de la zona marítima asignada, realiza el levantamiento de la RMP (*Recognized Maritime Picture*), en la que se representan en tiempo real los buques sobre una carta náutica, reflejando su posición geográfica, rumbo y velocidad, y la transmite a través del sistema de mando y control.

Tiene capacidad de hacer seguimiento de hasta 35 objetivos simultáneamente con un alcance de 44 km.



El RAE, al igual que el POMO, se encuentra encuadrado en la batería de localización e identificación de objetivos (BLIO) del regimiento de artillería de costa.» [2] (p. A-1)



Figura 17: RAE. Fuente: [2]

Anexo E: Otros sistemas

En este anexo se recogen con la ayuda de una tabla una serie de sistemas que por su procedencia o características se ha decidido no incluir en el cuerpo de la memoria pero que pueden ser de interés a la hora de comparar todos los sistemas.

Sistema	Tipo	Alcance(Km)	País de procedencia	Observaciones
<p style="text-align: center;">Krasnopol [27]</p>  <p style="text-align: center;"><i>Figura 18: Krasnopol. Fuente: [28]</i></p>	Munición guiada	25	Rusia	<ul style="list-style-type: none"> -Guiado por láser -Calibre 155mm -Coste: 2000\$ -21kg de carga explosiva
<p style="text-align: center;">AS-20 KAYAK [29]</p>  <p style="text-align: center;"><i>Figura 19: AS-20/Kh-35. Fuente: [29]</i></p>	Misil	260	Rusia	<ul style="list-style-type: none"> -145Kg de carga explosiva -También conocido como Kh-35



<p>BRAHMOS [30]</p>  <p>Image courtesy of Anurag</p> <p>Figura 20: Misil BrahMos. Fuente: [31]</p>	<p>Misil</p>	<p>290</p>	<p>India/Rusia</p>	<p>-Supersónico -Hasta 300kg de carga explosiva</p>
<p>Otomat [32]</p>  <p>Military-Today.com</p> <p>Figura 21: Misil Otomat. Fuente: [32]</p>	<p>Misil</p>	<p>180</p>	<p>Francia/Italia</p>	<p>-210kg de carga explosiva</p>

Tabla 4: Otros sistemas. Fuente: Elaboración propia.

Anexo F: Análisis de características

Se han tenido en cuenta las siguientes características en la realización de la matriz de diseño, dando puntuaciones del 1 al 10 a cada sistema en cada uno de estos aspectos:

- **Alcance:** Se han tomado los alcances máximos que dan los fabricantes como datos.
- **Precisión:** Para otorgar las puntuaciones en precisión se han tenido en cuenta aspectos como los sistemas de guiado, la capacidad de discriminación de objetivos o el error probable.
- **Capacidad destructiva:** Se tiene en cuenta el calibre de las municiones, su carga explosiva y su capacidad de penetración de blindaje o de destrucción de partes críticas del blanco. Por la cantidad de explosivo que portan tanto las municiones inteligentes como el Harop, se considera que no tienen capacidad para hundir un navío de guerra, pero sí que podrían inutilizar partes críticas como las toberas o el puente.
- **Coste:**¹⁴ Para asignar la puntuación de coste se tienen en cuenta tanto los costes unitarios como los costes de los sistemas necesarios para la utilización de las municiones, como pueden ser lanzadores o sistemas de mando y control, además de los costes de mantenimiento.
- **Adaptabilidad:** En este apartado se tiene en cuenta la facilidad para adaptar el sistema a las baterías de costa existentes o para crear baterías nuevas con el sistema, así como la disponibilidad del sistema para su adquisición.

Las puntuaciones se han otorgado asignando un 10 al mejor sistema y un 1 al peor en cada uno de los aspectos estudiados, de manera que los demás reciben puntuaciones intermedias. En la siguiente tabla aparecen recogidos algunos de los datos que juntamente con las características que aparecen en cada una de las secciones en que se explican los sistemas se han utilizado para asignar las puntuaciones.

¹⁴ El coste de los sistemas de armas tipo misil se ha tomado como 120 millones de euros para todos los sistemas estudiados considerando que se trata de sistemas con características muy similares que compiten por el mismo segmento de mercado y al haber podido conseguir información solamente del sistema NSM.

Sistemas/Características	Alcance (km)	Carga explosiva (kg)	Coste unitario (€/ud.)	Coste de integración (€/batería)	Disponibilidad
EXCALIBUR	50	22	65.000 €	750.000 €	2020
VULCANO	80	¹⁵	50.000 €	750.000 €	Inmediata
RBS-15	300	200	3.500.000 €	120.000.000 €	2020
Exocet	180	165	3.500.000 €	120.000.000 €	Inmediata
Marte	100	120	-	120.000.000 €	-
NSM	185	120	1.000.000 €	120.000.000 €	Inmediata
HAROP	1000	23	-	-	Inmediata

Tabla 5: Características de los sistemas. Fuente: Elaboración propia.

Los costes unitarios de los misiles se han estimado de diferentes presupuestos y artículos de prensa. Hay que tener en cuenta que puede variar sustancialmente el precio de cada unidad dependiendo de la cantidad que se adquiera y las condiciones del contrato de compra al que se llegue con la empresa suministradora. [33] [34]

¹⁵ No se han podido encontrar datos exactos de la carga explosiva que porta la cabeza de guerra del proyectil Vulcano, pero al ser un proyectil subcalibrado se ha supuesto que la carga será menor que la del proyectil Excalibur.