



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

IMPLEMENTACIÓN DE ACTUALIZACIONES DE BARCAZA Y CALIBRE DEL CAÑÓN EN LA PLATAFORMA VRCC CENTAURO

Autor

CAC D. Pablo Juan Bueno García

Director académico: Dr. D. Iván Bailera Martín

Director militar: Capitán D. Fernando Núñez Martínez

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2023



Agradecimientos

La redacción de estas líneas puede ser la tarea más difícil del presente Trabajo de Fin de Grado por la importancia de las mismas. Es complicado el elegir el personal al que agradecer, no solo los que me han ayudado en el proyecto sino aquellas que me han ayudado a llegar actualmente a lo que soy y quienes han contribuido a llegar hasta donde estoy ahora mismo, a las puertas de ser teniente del Ejército de Tierra.

Primero de todo, al Regimiento de Caballería ‘España’ N.º 11 y, concretamente, a ese Escuadrón Acorazado con el banderín rojo en vanguardia, quienes han sido pilar fundamental en este primer contacto con una unidad de Caballería que han sido las prácticas recientemente finalizadas. Gracias también a su jefe, su guía, el capitán D. Fernando Núñez Martínez que, pese a las vicisitudes que todo capitán tiene, ha sabido corregir y guiar tanto en la vida militar como en el proyecto realizado. Gracias por enseñarme y liderarme en mis primeros pasos en el arma.

A todos sus cuadros de mando, suboficiales y oficiales, en especial a los jefes de sección que he tenido el honor de compartir “trabajo” en el día a día: tenientes D. Juan Carlos Sánchez Justicia, D. César Cobo Saburido y D. Álvaro Basadre Santos, me llevo conmigo experiencias y recuerdos que recordaré durante toda mi vida militar. Espero volver a coincidir en un futuro con ustedes mis tenientes. Así como todos los componentes del regimiento, desde el jinete más moderno hasta su coronel que han aportado ideas y mejoras al estudio poniendo toda la facilidad posible.

Por otra parte, siguiendo con los agradecimientos en el ámbito militar, agradecer su más sincera y honesta ayuda al subteniente D. José Serrano López, destinado en la USAC ‘Santa Bárbara’ quien, desinteresadamente, ha tenido una gran aportación al proyecto compartiendo todo su conocimiento sobre la materia.

Seguidamente, a mi director académico: Dr. Iván Bailera Martín, que pese a llegar recién destinado al Centro Universitario de la Defensa (CUD) no ha dudado en prestar toda su dedicación y seguimiento al proceso estando en todo momento disponible para cualquier inquietud buscando el momento oportuno y aportando sus ideas para conseguir el mejor producto posible.

A mi familia, pilar fundamental para que haya sido posible mi ingreso en la Academia General Militar (AGM) y conseguir los objetivos. Lejos queda ya ese agosto de 2018 cuando nos despedimos en las pistas de fútbol el día que ingresé y empecé mi carrera en el ejército. Mención especial a mi padre, quien pasó conmigo todo un verano de viajes y carreras para poder llegar a todas las pruebas de selección, sin él no estaría aquí. Mención especial a mis dos abuelos: Manolo y Pedro, siempre quedará en mi mente el que pensaría de donde estoy ahora. Estoy convencido de que allá donde estéis, estaréis orgullosos de lo que estamos consiguiendo entre todos.

A todos los mencionados y los que me quedan por mencionar, de corazón, muchas gracias.





RESUMEN

Los diferentes “retos” que nos plantean los diversos cambios en el teatro de operaciones internacional con las constantes evoluciones de conflictos y sucesivas apariciones de grupos que plantean varios tipos de guerras que van en consonancia con la evolución de la tecnología y, por consiguiente, del desarrollo del ser humano. España, con su ingreso en tratados internacionales como, por ejemplo, la OTAN (Organización del Tratado del Atlántico Norte), se comprometió no solo a defender sus fronteras nacionales sino también defender a sus aliados en el marco internacional. Este factor no solo reconoce a los aliados de la nación española, también se plantea la necesidad de una constante evolución y modernización de todos los recursos tanto materiales como humanos que conforman el Ejército de Tierra. Las unidades de Caballería de todo el territorio nacional están evolucionando e implementando actualizaciones en sus vehículos. Un claro ejemplo es el Regimiento España Nº11 quien es la “punta de lanza” de la Caballería española debido al número de vehículos en su flota y, las posibilidades tanto de misiones como de posibilidades que posee.

Muchas veces se ha escuchado el término de: “La Caballería se va a extinguir y va a ser absorbida por la Infantería mecanizada”. Lo que se perfila, a priori, como una posibilidad, puede ser fácilmente rebatible con el concepto de mejoras dentro de los vehículos del arma. No obstante, decir mejoras es un término muy ambiguo, por lo que se deben plantear diferentes cuestiones, ¿dónde se plantean esas mejoras?, ¿qué se necesita dentro del arma de Caballería?, ¿cuáles son las exigencias internacionales para el arma?, ¿cómo se puede ajustar al presupuesto de España?, ¿los vehículos que se encuentran en la actualidad en dotación satisfacen las necesidades actuales?

El presente proyecto busca dar la respuesta más eficaz y objetiva hacia esas preguntas planteadas con anterioridad. Lo primero que se ha llevado a cabo es un análisis del presente y pasado a nivel nacional e internacional de cambios en los vehículos blindados y carros de combate, analizando viabilidad con informes de expertos, manuales doctrinales del vehículo en estudio y artículos del Mando de Adiestramiento y Doctrina del ejército (MADOC).

En el desarrollo del proyecto, se han realizado diferentes metodologías acordes a las necesidades, tanto cualitativas como cuantitativas, que iban apareciendo durante todo el estudio. La metodología cualitativa en forma de entrevistas y encuestas a personal experto en la materia: personal perteneciente al PCMASA, al segundo escalón de mantenimiento del RC ‘España’ 11 y a personal de la especialidad de especialidades de armamento y electrónica. El objetivo principal del uso de esta metodología es ver la viabilidad del proyecto y aspectos de presupuestos y análisis mecánico de diferentes averías. Por otro lado, se realiza el proceso cuantitativo de “Proceso Analítico Jerárquico” (AHP) lo que nos aporta una elección objetiva en base a datos de un calibre específico para el armamento principal del vehículo. Una vez organizados los calibres, se utilizará un análisis DAFO que nos aportará las características necesarias para poder hacer una elección apropiada del armamento que se adapte mejor a un vehículo del arma.

Por último, se exponen las principales conclusiones del proyecto con la finalidad de que en un futuro próximo sirva de base hacia nuevos posibles proyectos. No ajeno a contratiempos, se muestra la viabilidad del estudio y la puesta en marcha en las unidades de Caballería que contengan escuadrones acorazados en base al VRCC ‘Centauro’.

Palabras clave

Innovación, Actualización, Recall, CTAS-40, Caballería.



ABSTRACT

The different "challenges" posed by various changes in the international theater of operations, with the constant evolution of conflicts and the successive emergence of groups that present several types of warfare in line with technological advancements and, consequently, human development. Spain, by joining international treaties such as NATO (North Atlantic Treaty Organization), committed not only to defending its national borders but also to defending its allies on the international stage. This factor not only acknowledges the allies of the Spanish nation but also highlights the need for a constant evolution and modernization of all the resources, both material and human, which make up the Spanish Army.

Cavalry units throughout the national territory are evolving and implementing updates to their vehicles. A clear example is Regiment Spain No. 11, which is the "spearhead" of the Spanish Cavalry due to the number of vehicles in its fleet and the possibilities it offers in terms of missions and capabilities.

The term "Cavalry is going to become extinct and be absorbed by mechanized infantry" has often been heard. What is initially outlined as a possibility can be easily refuted with the concept of improvements within the weapon systems. However, the term 'improvements' is quite ambiguous, so various questions need to be addressed: Where should these improvements be made? What is needed within the Cavalry? What are the international requirements for the weapon system? How can it fit into Spain's budget? Do the currently deployed vehicles meet current needs?

This project aims to provide the most effective and objective answers to these previously raised questions. The first step taken was an analysis of the present and past at the national and international levels of changes in armored vehicles and tanks, analyzing feasibility through expert reports, doctrinal manuals of the vehicle under study, and articles from the Army Training and Doctrine Command (MADOC).

In the project development, various methodologies were applied according to the evolving needs, both qualitative and quantitative. The qualitative methodology involved interviews and surveys of experts in the field: personnel from PCMASA, the second-level maintenance unit of RC 'Spain' 11, and specialists in armament and electronics. The primary objective of using this methodology is to assess the project's viability, budgetary aspects, and mechanical analysis of various faults. On the other hand, the quantitative process used the Analytic Hierarchy Process (AHP), providing an objective choice based on specific caliber data for the vehicle's main armament. Once the calibers were organized, a SWOT analysis will be used to provide the necessary characteristics for making an appropriate choice of armament that best suits a Cavalry vehicle.

Finally, the project's main conclusions are presented with the aim of serving as a foundation for future possible projects. Despite some setbacks, the study's viability and implementation in Cavalry units containing armored squadrons based on the VRCC 'Centauro' are demonstrated.

KEYWORDS

Innovation, Update, Recall, CTAS-40, Cavalry.





INDICE DE CONTENIDO

<i>Agradecimientos</i>	I
RESUMEN	III
Palabras clave	III
ABSTRACT	IV
KEYWORDS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 EL ARMA DE CABALLERÍA	1
1.2 VEHÍCULO DE RECONOCIMIENTO Y COMBATE DE CABALLERÍA CENTAURO	1
1.3 NECESIDADES.....	2
1.4 ÁMBITO DE APLICACIÓN	3
1.5 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA	4
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	5
2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE	5
2.2 METODOLOGÍA	6
2.2.1 MÉTODOS CUALITATIVOS. ENTREVISTA E INFORMES.....	6
2.2.2 MÉTODO CUANTITATIVO. PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)	7
2.2.3 METODOLOGÍA CUANTITATIVA. LA ENCUESTA.....	8
2.2.4 METODOLOGÍA CUALITATIVA. ANÁLISIS DAFO	8
3. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES	9
3.1 MARCO TEÓRICO	9
3.1.1 EL “RECALL” Y ARMAMENTO PRINCIPAL DE LOS VEHÍCULOS DE CABALLERÍA	9



3.2 ANTECEDENTES	9
3.2.1 EJÉRCITOS INTERNACIONALES QUE UTILIZAN EL MÉTODO DE “RECALL”	9
3.2.2 CAMBIOS DE ARMAMENTO PRINCIPAL EN VEHÍCULOS MILITARES	10
3.3 ACTUALIDAD	11
4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS	12
4.1 LA BARCAZA.....	12
4.1.1 MÉTODO DE LA ENTREVISTA.....	13
4.1.1.1 Valoraciones de las entrevistas realizadas	13
4.1.1.2 Averías más comunes en la plataforma	14
4.1.2 MÉTODO DE LA ENCUESTA.....	16
4.2 LA TORRE	17
4.2.1 FASE 1. ESTUDIO Y DEFINICIÓN DE LA IMPORTANCIA DE LOS FACTORES DEL ARMAMENTO	18
4.2.2 FASE 2. DETERMINAR LOS CALIBRES A ESTUDIAR.....	19
4.2.3 FASE 3. PLANTEAR LAS MATRICES A CALCULAR	20
4.2.3 FASE 4. REALIZAR LOS CÁLCULOS MATEMÁTICOS	22
4.2.4 FASE 5. OBTENER LOS RESULTADOS PARA EL FUTURO ANÁLISIS	23
5. PROPUESTA Y CONCLUSIONES	25
5.1 PROPUESTA	25
5.1.1 BARCAZA.....	25
5.1.2 ARMAMENTO PRINCIPAL	26
5.2 CONCLUSIONES	29
6. Bibliografía	31
DOCUMENTO DE ANEXOS	33
ANEXO 1. ORGANIZACIÓN ET Y CABALLERÍA.....	33
ANEXO 2. ENTREVISTAS	34
ANEXO 3. PREGUNTAS Y RESULTADOS DE LA ENCUESTA	36
3.1 PREGUNTAS PLANTEADAS.....	36
3.2 RESPUESTAS DE LA ENCUESTA	38



ANEXO 4. PRESUPUESTO “STAR DEFENCE LOGISTECS & ENGINEERING” (SDLE)	41
ANEXO 5. CÁLCULOS WXMÁXIMA	42
ANEXO 6. COMPARATIVA MUNICIÓN 120mm VS 40mm	44
ANEXO 7. SISTEMA CTAS-40	45
ANEXO 8. IMÁGENES PROPIAS.....	50



ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Organización de la Caballería española. División Castillejos. Fuente: diapositivas Combate de la Caballería AGM.....	3
Ilustración 2. Organización de la Caballería española. División San Marcial. Fuente: diapositivas Combate de la Caballería AGM.	3
Ilustración 3. Comparativa de municiones convencionales con munición telescopica. Fuente: Memorial de Caballería 88.	28
Ilustración 4. Proceso de disparo con el sistema CTAS-40. Fuente: Memorial de Caballería 88.....	29
Ilustración 5. Organización actual del Ejército de Tierra. Fuente: Web oficial del MINISDEF.	33
Ilustración 6. Organización del Ejército de Tierra del arma de Caballería. Fuente: apuntes de Combate de la Caballería.....	33
Ilustración 7. Preguntas Encuesta de Satisfacción. Fuente: elaboración propia.	36
Ilustración 8. Preguntas encuesta de satisfacción. Fuente: elaboración propia.	37
Ilustración 9. Preguntas Encuesta de satisfacción. Fuente: elaboración propia.	38
Ilustración 10. Portada documentación Diagnosis y Presupuesto Barcaza. Fuente: empresa 'SDLE'	41
Ilustración 11. Primeros pasos de los cálculos WxMaxima. Fuente: elaboración propia. ...	42
Ilustración 12. Segunda parte de los cálculos de WxMaxima. Fuente: elaboración propia.	43
Ilustración 13. Última parte de los cálculos de WxMaxima. Fuente: elaboración propia.	43
Ilustración 14. Cañón CT-40 de calibre 40mm y sistema de municionamiento automático. Fuente: BAE Systems.	46
Ilustración 15. Características técnicas de munición APFSDS-T. Fuente: CTA International.	46
Ilustración 16. Características técnicas de munición KE-AB. Fuente: CTA International.	47
Ilustración 17. Características técnicas de munición GPR-AB-T. Fuente: CTA International.	47
Ilustración 18. Características técnicas de munición GPR-PD-T. Fuente: CTA International.	48
Ilustración 19. Características técnicas de munición GPR-KE-T. Fuente: CTA International.	48
Ilustración 20. Características técnicas de munición TP-T. Fuente: CTA International.	49
Ilustración 21. Línea de vehículos EAC I. Fuente: elaboración propia.	50
Ilustración 23. Tapa motor de la plataforma VRCC 'Centauro'. Segundo escalón de mantenimiento. Fuente: elaboración propia.	51
Ilustración 22. Parte lateral del motor de VRCC 'Centauro'. Segundo escalón de mantenimiento. Fuente: elaboración propia.	51
Ilustración 24. Planta del cañón Oto Melara 105 mm del vehículo. Segundo escalón de mantenimiento. Fuente: elaboración propia.	52
Ilustración 25. Recámara del cañón Oto Melara 105 mm. Segundo escalón de mantenimiento Fuente: elaboración propia.	52
Ilustración 26. Práctica de remolque de dos vehículos. Línea de vehículos. Fuente: elaboración propia.	53
Ilustración 27. Prototipo de cámara frontal de ayuda a la conducción. Fuente: elaboración propia....	54
Ilustración 28. Cámara delantera ampliada. Fuente: elaboración propia.	54
Ilustración 29. Prototipo de cámara trasera de ayuda a la conducción. Fuente: elaboración propia....	55
Ilustración 30. Cámara trasera ampliada. Fuente: elaboración propia.	55



Ilustración 31. Tablet de repetidor de imagen para ayuda a la conducción. Habitáculo del conductor. Fuente: elaboración propia.....	56
Ilustración 32. Refuerzo de protección de portón de baterías. Parte trasera del vehículo. Fuente: elaboración propia.....	56
Ilustración 33. Repostillo del EAC I lugar donde el autor del proyecto ha realizado las prácticas facilitando la realización del estudio sobre la plataforma VRCC 'Centauro'. Fuente: elaboración propia.....	57
Ilustración 34. Personal del EAC I en la finalización de una jornada de instrucción tras una marcha a pie de endurecimiento con su banderín rojo y el "león". Fuente: elaboración propia.	57



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Enumeración de los objetivos del TFG. Fuente: elaboración propia.	5
Tabla 2. Proceso de obtención de información. Fuente: elaboración propia.	13
Tabla 3. Porcentaje y presupuesto del aforador de combustible. Fuente: elaboración propia.	15
Tabla 4. Porcentaje y presupuesto del sistema NBQ del vehículo. Fuente: elaboración propia.	15
Tabla 5. Porcentaje y presupuesto del freno de mano. Fuente: elaboración propia.	16
Tabla 6. Porcentaje y presupuesto de los cierres del portón de baterías. Fuente: elaboración propia.	16
Tabla 7. Resumen de las fases de la metodología cuantitativa AHP. Fuente: elaboración propia.	18
Tabla 8. Explicación breve de los diferentes calibres de estudio. Fuente: elaboración propia.	20
Tabla 9. Matriz que define la importancia de cada criterio de la metodología AHP. Fuente: elaboración propia.	20
Tabla 10. Matriz definición de importancia sobre el tipo de munición de cada calibre. Fuente: elaboración propia.	21
Tabla 11. Matriz definición de importancia sobre la penetración de cada calibre. Fuente: elaboración propia.	21
Tabla 12. Matriz definición de importancia sobre la cadencia de cada calibre. Fuente: elaboración propia.	21
Tabla 13. Matriz definición de importancia sobre el alcance de cada calibre. Fuente: elaboración propia.	21
Tabla 14. Explicación breve de los pasos de la metodología cuantitativa "Proceso Analítico Jerárquico" (AHP). Elaboración propia.	22
Tabla 15. Porcentaje de importancia de los criterios para la elección final. Fuente: elaboración propia.	22
Tabla 16. Porcentajes sobre el criterio de Penetración. Fuente: elaboración propia.	23
Tabla 17. Porcentajes sobre el criterio de Tipo de Munición Asociada. Fuente: elaboración propia.	23
Tabla 18. Porcentajes sobre el criterio Alcance. Fuente: elaboración propia.	23
Tabla 19. Porcentajes sobre el criterio de Cadencia. Fuente: elaboración propia.	23
Tabla 20. Resultado final de la elección del calibre óptimo bajo los criterios planteados. Fuente: elaboración propia.	23
Tabla 21. Proceso de realización Análisis DAFO. Fuente: elaboración propia.	23
Tabla 22. Análisis DAFO del calibre 40mm. Fuente: elaboración propia.	24
Tabla 23. Análisis DAFO del calibre 120mm. Fuente: elaboración propia.	24
Tabla 24. Características técnicas del sistema CTAS-40. Fuente: BAE Systems.	27
Tabla 25. Respuestas referentes a la escala de los encuestados. Fuente: elaboración propia.	38
Tabla 26. Resultados empleo de los encuestados. Fuente: elaboración propia.	39
Tabla 27. Resultado referente a la unidad de destino de los encuestados. Fuente: elaboración propia.	39
Tabla 28. Resultados satisfacción del conducto de VRCC 'Centauro'. Fuente: elaboración propia.	39
Tabla 29. Número de respuestas de pregunta abierta. Fuente: elaboración propia.	40
Tabla 30. Respuestas referentes al uso de la calefacción. Fuente: elaboración propia.	40
Tabla 31. Respuestas referentes a la funcionalidad de la barcaza. Fuente: elaboración propia.	40



Tabla 32. Respuestas referentes a la modernización de la plataforma. Fuente: elaboración propia.....	40
Tabla 33. Cañones asociados a cada calibre que se han estudiado. Fuente: elaboración propia.....	44
Tabla 34. Comparativa de munición APFSDS-T. Fuente: elaboración propia.....	44
Tabla 35. Componentes del sistema CTAS-40. Fuente: BAE Systems.....	45



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AGM	Academia General Militar
AHP	Analytic Hierarchy Process
APFSDS	Armour Piercing Fin-Sabotised Discarding Sabot
ART	Artillería
AVIET	Aviación del Ejército de Tierra
BOP	Brigadas Operativas Polivalentes
CAB	Caballería
CBRN	Armas Químicas, Biológicas, Radiológicas y Nucleares
CTAS	Case Telecoped Ammunition
CUD	Centro Universitario de la Defensa
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
EAC	Escuadrón Acorazado
EE. UU.	Estados Unidos de América
ET	Ejército de Tierra
EUR	Euro
FAS	Fuerzas Armadas
GLAC	Grupo Ligero Acorazado
GPR-AB-T	Proyectil de Propósito General – Explosión Aérea – Trazador
GPR-KE-T	Proyectil de Propósito General – Energía Cinética – Trazador
GPR-PD-T	Proyectil de Propósito General – Detonación Puntual – Trazador
I+D+I	Investigación, Desarrollo e Innovación
IED	Artefacto Explosivo Improvisado
INF	Infantería
ING	Ingenieros
IVA	Impuesto de Valor Añadido
KE-AB	Explosión Energía Cinética
MADOC	Mando de Adiestramiento y Doctrina
MBT	Main Battle Tank
MINISDEF	Ministerio de Defensa
MIT	Instituto Tecnológico de Massachusetts
MRAP	Mine-Resistant Ambush Protected
NBQ	Nuclear, Biológica y Química
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte
PCMASA	Parque y Centro de Mantenimiento de Sistemas Acorazados



RC	Regimiento de Caballería
SDLE	Star Defence Logistecs & Engineering
TFG	Trabajo de Fin de Grado
TRX	Transmisiones
TP-T	Práctica de Tiro - Tracer
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
USAC	Unidad de Servicios de Acuartelamiento
VAMTAC	Vehículo de Alta Movilidad Táctico
VEC	Vehículo de Exploración de Caballería
VRCC	Vehículo de Reconocimiento y Combate de Caballería



1. INTRODUCCIÓN

1.1 EL ARMA DE CABALLERÍA

El Ejército de Tierra (ET) posee diferentes especialidades fundamentales las cuales realizan las actividades y funciones que se requieren. La institución se compone de seis especialidades fundamentales: tres denominadas de maniobra o combate (Infantería (INF), Caballería (CAB) y Aviación del Ejército de Tierra (AVIET)) y tres especialidades técnicas o de apoyo al combate (Artillería (ART), Transmisiones (TRX) e Ingenieros (ING)). [1]

La Caballería es el arma por excelencia del reconocimiento ¹con el que cumple su principal misión que es el informar acerca del enemigo y tratar de imponer su voluntad contra él aportando seguridad a las fuerzas propias y, si es necesario, establecer contacto para facilitar la progresión o la ruptura de contacto.

Los recursos materiales que emplea la Caballería para realizar las diferentes misiones que se le plantean deben tener, tanto unas características específicas, como responder a una serie de requerimientos. La movilidad, la fluidez, la velocidad y la potencia de fuego son las habilidades que definen a todo ‘jinete’ y a su ‘caballo’².

Las unidades de Caballería se organizan en base a Grupos ³quienes están conformados por los diferentes Escuadrones. Estos escuadrones se clasifican dependiendo de la plataforma que posean ya sean Ligeros, que utilizan el Vehículo de Exploración de Caballería (VEC) o VAMTAC, Ligero Acorazado que se articulan en base a VEC y el Carro de Combate Leopard 2E o Acorazado en base al Vehículo de Reconocimiento y Combate de Caballería Centauro (VRCC Centauro). [2]

1.2 VEHÍCULO DE RECONOCIMIENTO Y COMBATE DE CABALLERÍA CENTAURO

El vehículo acorazado utilizado por el ejército español en las unidades de Caballería es el VRCC Centauro que conforma los Escuadrones Acorazados. Este vehículo proviene de principios de los años 90 donde la Brigada de Caballería Castillejos tomó la decisión de utilizar un vehículo italiano 8x8⁴ sobre el cual se empezaron a desarrollar los prototipos en España. Este proceso de fabricación y desarrollo fue impulsado por empresas como Iveco-Pegaso o Amper quienes se encargan actualmente de seguir con sus actualizaciones.

Las actualizaciones mencionadas con anterioridad son indudablemente necesarias debido a que este vehículo lleva en dotación más de veinte (20) años en las unidades y necesita de una modernización para adaptarse a las nuevas tendencias y necesidades de las unidades. [3]

¹ La Caballería por definición doctrinal se basa en dichas actividades tácticas, pero también es requerida para otras funciones como estabilización, escolta de convoyes, persecución, explotación del éxito y actuación como reserva de una unidad.

² El “jinete” y el “caballo” son dos menciones que se hacen para referirse a los militares cuya especialidad fundamental es la Caballería y a los vehículos de la misma. Es un término que procede de los militares que combatían a caballo en las épocas pasadas.

³ En el arma de Caballería y Artillería los Grupos equivalen a lo que en Infantería o Ingenieros son “Batallones”. Dependiendo de los tipos de medios que lo conforman pueden ser de diversas características.

⁴ Este término de 8x8 se utiliza hacia aquellos vehículos que poseen cuatro (4) ejes en su plataforma por lo que cuentan con ocho (8) ruedas, cuatro (4) en cada lado de la barcaza.



Las especificaciones del vehículo han hecho que España no haya desplegado internacionalmente con esta plataforma. Es el ejemplo del calibre⁵ (105 mm de diámetro) el cual es un calibre alto para ser un vehículo de reconocimiento y da aspecto de “demasiado agresivo” para enviarlo de misión [3]. Pese a este factor, otros países como es el ejemplo de Italia si han desplegado en zona de operaciones con este vehículo.

Otras características técnicas importantes que posee este acorazado son: una gran velocidad que lo plantea como el vehículo más rápido de la flota del Ejército de Tierra, lo cual subsana la necesidad de velocidad en el arma de Caballería; una avanzada dirección de tiro que permite tener un gran alcance eficaz (3500 metros) y disparar en movimiento; así como una gran potencia de fuego con la posibilidad de portar dos ametralladoras antiaéreas (MG 7,62) y una ametralladora coaxial solidaria con el cañón (MG 7,62) a parte del cañón principal.

Las grandes prestaciones y el buen uso de los ‘jinete’ de dicho vehículo hacen que la tendencia del Ministerio de Defensa no sea cambiarlo debido a su largo tiempo de uso, sino actualizarlo y llenar los hangares de las unidades de Caballería de esta plataforma. [4]

1.3 NECESIDADES

El 24 de febrero de 2022, un ataque por parte del ejército de Rusia hizo estallar el más reciente conflicto que hemos vivido en el viejo continente. Hasta la fecha citada con anterioridad, la tendencia de los nuevos vehículos estaba siendo el aumento del calibre para una mayor penetración y, por consiguiente, destrucción de los carros de combate enemigos como es el ejemplo del prototipo Centauro 2.0. [5]

El análisis exhaustivo de esta nueva guerra convencional ⁶nos hace pensar en la nueva necesidad de los vehículos de Caballería, la cual se centra en la acción de inhabilitar los vehículos enemigos dejándolos inoperativos en el campo de batalla. Este efecto deseado es el centro de las nuevas necesidades en los vehículos del Ejército de Tierra que precisan de esa actualización.

Por otra parte, el recurso material principal del arma de Caballería son sus ‘caballos’ (los vehículos, tanto ligeros, como acorazados) los cuales necesitan un mantenimiento específico para su utilización en el campo de maniobras. En la mayoría de las unidades de todo el territorio español, llevan un mantenimiento de sus vehículos individuales junto con la ayuda del taller de mantenimiento del 2º escalón de mantenimiento⁷. [6] Este trabajo tan individualizado por unidades una problemática: tener diferentes presupuestos dependiendo del destino en el que se encuentre el taller. Esta vicisitud, plantea la necesidad de presupuestar las averías más comunes de la barcaza del vehículo y así, tener un presupuesto común en todo el territorio nacional.

Para llegar a identificar estas dos necesidades en la especialidad fundamental de Caballería, se ha tenido que realizar un estudio pormenorizado de las misiones principales del arma y, sobre todo, del principal recurso material que tiene, que son los vehículos, sin ellos no

⁵ Todo tipo de armamento, de todas las especialidades fundamentales, tiene como medida internacional el calibre. Dicho calibre mide el diámetro interno de un cañón, en este caso del cañón del vehículo. España, al pertenecer a la OTAN, utiliza un calibre OTAN, el cual mide el diámetro del tubo y la longitud del proyectil (ej. 5,56x45 mm)

⁶ La guerra convencional se refiere a un conflicto militar que involucra fuerzas armadas regulares que utilizan tácticas y armas tradicionales.

⁷ Los escalones de mantenimiento se dividen en cuatro (4) niveles dependiendo del requerimiento de atención mecánica que se requiera. El primer escalón es el propio usuario; el segundo, la sección de mantenimiento de la propia unidad; el tercero, las unidades logísticas asociadas a las Brigadas; y, por último, el cuarto que son parques logísticos con mecánicos civiles.



se podrían ejecutar los ejercicios y, por consiguiente, no instruirse para las futuras proyecciones ⁸en el extranjero. [7]

1.4 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación de este proyecto se basa en todas las unidades del Ejército de Tierra (ET) que poseen la plataforma VRCC ‘Centauro’ en dotación. Concretamente, solo utilizan este tipo de vehículos el arma de Caballería, por lo que serán solo unidades de esta especialidad fundamental.

Las unidades que tienen este vehículo son: el Regimiento de Caballería ‘España’ 11, los Grupos de Caballería Ligero-Acorazados (GLAC) dependientes de las Brigadas Operativas Polivalentes (BOP). Estos dos tipos de unidades son dependientes de la División ⁹Castillejos. Por último, el Regimiento de Caballería ‘Lusitania’ 8 perteneciente a la División San Marcial. En total, son cuatro (4) Grupos de Caballería los que conforman el total de unidades que emplean ‘Centauros’.

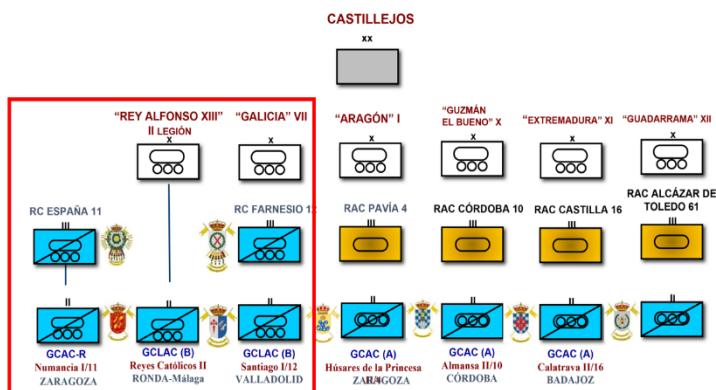


Ilustración 1. Organización de la Caballería española. División Castillejos. Fuente: dispositivas Combate de la Caballería AGM.

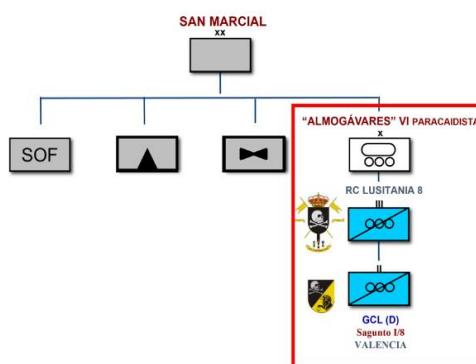


Ilustración 2. Organización de la Caballería española. División San Marcial. Fuente: diapositivas Combate de la Caballería AGM.

⁸ La proyección de unidades en el extranjero es la acción por la que los recursos, tanto materiales como personales, del ejército se transportan hacia zona de operaciones.

⁹ El Ejército de Tierra está conformado por dos Divisiones: la División San Marcial y la División Castillejos en las cuales las unidades de Caballería se encuentran en ambas.



1.5 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

La estructura del presente Trabajo de Fin de Grado está definida por distintas fases definidos en el Índice. Este subapartado define detalladamente los apartados principales que conforman el proyecto:

1. **Introducción**, donde se explica principalmente qué es la especialidad fundamental de Caballería, el recurso material en el que se basa el trabajo y a las personas/ unidades a las que afecta.
2. **Objetivos y Metodología**, está conformada por una definición clara tanto de los objetivos principales como secundarios que ayudan a obtener estos últimos. También, se presentan las diversas fases que se van a realizar y una explicación de cada una de ellas.
3. **Antecedentes y Marco Teórico**, se define el resultado del estudio de los antecedentes dentro del tema del proyecto y el estado del arte, así como el análisis de la situación actual de la plataforma en estudio, por ejemplo, las diferentes potencias internacionales que han ido implementando el proceso “recall” en sus vehículos y aquellos que han adaptado su armamento principal a las nuevas necesidades.
4. Definición de **Análisis y Resultados** tanto de los métodos cualitativos como cuantitativos empleados. Se hace referencia a los dos (2) estudios realizados bien diferenciados. El primero, en el aspecto de la barcaza con las entrevistas y el uso de la encuesta de satisfacción a personal especializado. Por otro lado, en segundo lugar, el estudio del calibre del armamento principal que pretende plasmar el calibre que mejor se adapte a la misión de la Caballería española.
5. Las **conclusiones** principales estarán reflejadas en el último apartado donde también se plantearán futuros proyectos derivados y líneas de investigación futuras interesantes para la continuación de esta innovación. También, las propuestas de mejoras para solucionar los problemas detectados.



2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

El presente proyecto de fin de grado tiene como objetivo principal analizar los conflictos actuales y determinar qué necesidades de actualización de material requiere el Ejército de Tierra, dentro del marco Ejército 2035. En este sentido, el presente estudio se enfocará en qué modificaciones podrían plantearse para el VRCC Centauro. Dichos cambios deben estar alineados con este marco de referencia futuro y diferente a todo lo planteado en diversas modificaciones anteriores, como puede ser el ejemplo del 'Centauro 2.0'¹⁰ [5] para que, en un futuro, dicha plataforma sufra una modernización tanto de barcaza como de torre.

Otro objetivo innovador de este estudio es abrir una nueva línea de desarrollo hacia un diferente concepto de las misiones que poseen las unidades de Caballería, debido a que se pretende cambiar el calibre del vehículo para así explotar sus características de distinta manera.

Estos objetivos nos hacen plantear unos diferentes subobjetivos que nos favorecen el llegar al objetivo principal que es el fin último del trabajo. (véase Tabla 1)

- 1 Analizar las diferentes tendencias actuales de los vehículos de Caballería de otros ejércitos
- 2 Conocer los medios con los que cuentan las grandes potencias internacionales que tienen las mayores empresas y potencias armamentísticas.
- 3 Comparar las características que nos aportan los calibres desiguales que nos ofrece el mercado
- 4 Confeccionar un presupuesto de las mejoras de la barcaza de la plataforma.
- 5 Desarrollar un nuevo prototipo de torre para mejorar las prestaciones de la tripulación.
- 6 Obtener un *feedback* del personal que son expertos en la plataforma.

Tabla 1. Enumeración de los objetivos del TFG. Fuente: elaboración propia.

El alcance del TFG viene delimitado por diversas premisas que afectan a las limitaciones del proyecto que deben de ser de gran relevancia si se quiere llevar a cabo. Las más importantes se representan a continuación:

1. No se ha planteado la utilización de la barcaza del nuevo vehículo que estará en dotación en el Ejército de Tierra 'Dragón 8x8' para adaptar las nuevas necesidades. En este caso se utiliza una plataforma existente para un ahorro mayor de costes.
2. No se ha valorado el marco legal de la operación o problemáticas en el tema mecánico al cambiar el sistema del vehículo.

¹⁰ Este prototipo de vehículo es la tendencia que el Ejército de Tierra actual está desarrollando para implementar mejoras en la plataforma.



3. No se ha estudiado los posibles aranceles o problemáticas en el mercado internacional entre los diferentes países que proporcionan los medios a España, así como los negocios y diplomacias entre países.
4. No se ha planteado la logística necesaria una vez aceptado el proyecto para que llegue a todas las unidades que poseen el VRCC 'Centauro' en dotación.
5. En el análisis del presupuesto que llevaría el global del proyecto, no se ha tenido en cuenta el presupuesto del Estado español en el ámbito de defensa y lo propuesto para la innovación en nuevas tecnologías. Asimismo, no se plantea la problemática de que España no se pueda permitir la compra de los materiales debido a que se intenta minimizar los gastos, tanto en la barcaza como en la torre. Por tanto, se asume la aprobación del proyecto.
6. La mano de obra de la empresa o el coste de personal que conllevan las innovaciones y averías que se mencionan en el proyecto no se ha tenido en cuenta a la hora de estudiar los presupuestos y reflejarlos en el Trabajo de Fin de Grado.

2.2 METODOLOGÍA

Un Trabajo de Fin de Grado se basa principalmente en la investigación acerca de un tema de interés. El concepto de 'metodología' es aquel que define como se ha realizado ese trabajo de investigación que se va a presentar en los apartados posteriores.

En el presente trabajo, la metodología que ha llevado a alcanzar los objetivos principales y secundarios se diferencia en dos tipos:

- **Cualitativos**, esta metodología plantea un enfoque de investigación utilizado en diversas disciplinas para comprender y explorar fenómenos sociales, culturales, psicológicos y humanos en profundidad. Estos métodos se centran en la recopilación y el análisis de datos no numéricos, como textos, imágenes, observaciones y entrevistas, con el objetivo de obtener una comprensión detallada sobre el tema del estudio. La metodología es inductiva, como consecuencia de esto es flexible, lo que permite explorar a fondo las cuestiones heterogéneas complejas. [8]
- **Cuantitativos**, dicha metodología está definida por un enfoque utilizado en disciplinas que se usa para recopilar datos numéricos con el objetivo de cuantificar, medir y examinar relaciones estadísticas entre diferentes variables (p. ej. Efectividad de un antídoto, cantidad de casos de alguna enfermedad, etc.).

La diferencia entre estos dos tipos de metodología viene dada por una frase muy acertada definida el 16 de julio de 2021 por la '*Editorial Etecé*' que dice así: "*donde lo cuantitativo busca cantidades, lo cualitativo busca cualidades*". [9]

2.2.1 MÉTODOS CUALITATIVOS. ENTREVISTA E INFORMES

En primer lugar, para poder obtener la información por otra vía que no es la de navegación por la red o la de visitar diferentes bibliotecas en busca de manuales que sean de interés para el proyecto, se han obtenido diferentes datos y opiniones de personas importantes dentro de la materia a tratar por medio de entrevistas e informes redactados por las mismas.

La entrevista es una metodología de investigación y comunicación ampliamente utilizada para recopilar información de personas o expertos en un campo particular. Se basa en una interacción directa entre el entrevistador y el entrevistado, con el objetivo de obtener datos, opiniones o conocimientos específicos.



El proceso de entrevista generalmente comienza con la preparación, donde el entrevistador define claramente los objetivos de la entrevista, elabora preguntas pertinentes y decide sobre el enfoque (estructurado, semiestructurado o no estructurado) y el formato (individual, grupal, telefónico, etc.). Después de la entrevista, se realiza un análisis de los datos recopilados, a menudo mediante la codificación y categorización de las respuestas. Esto permite extraer patrones, tendencias y conclusiones. La información obtenida puede utilizarse para investigaciones académicas, estudios de mercado, selección de personal, toma de decisiones políticas y mucho más.

En el presente proyecto, aprovechando la cercanía y facilidades que tiene el estar encuadrado en una unidad operativa, se ha utilizado la búsqueda de información en base a expertos recomendados por los propios integrantes de la unidad. De la misma manera, diversas experiencias y trabajadores pertenecientes al segundo escalón de mantenimiento del GC 'España' 11 han aportado una gran base de conocimiento sobre la materia a modo de informes y experiencias propias.

Con el uso de esta metodología, se han conseguido los pilares fundamentales, que sostienen este trabajo, para poder comenzar una investigación objetiva y coherente.

2.2.2 MÉTODO CUANTITATIVO. PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

El "Proceso Analítico Jerárquico" (AHP) es el proceso cuantitativo elegido para analizar, de una manera estadística, los diferentes cambios que se plantean en el trabajo. Esta metodología da un soporte matemático a las diversas elecciones durante la investigación, en este caso, la elección de un mejor calibre para las circunstancias de la Caballería actual.

La metodología planteada ayuda en la toma de decisiones en los que se deben evaluar múltiples criterios y alternativas. Fue desarrollada por el matemático y científico de la administración Thomas L. Saaty en la década de 1970. [10]

El AHP se basa una idea principal: las decisiones se pueden descomponer en una jerarquía de criterios y subcriterios. La base de la metodología es alcanzar un objetivo principal del que se plantean diversos criterios de interés. (ej. El objetivo principal es "elegir el restaurante donde cenar" y los criterios pueden ser: dinero a gastar, ubicación del restaurante, número de comensales, etc). Debajo de los criterios, se encuentran las alternativas que se están considerando. Cada elemento en la jerarquía se compara con los elementos de su mismo nivel en términos de su importancia relativa. Estas comparaciones se realizan mediante una escala numérica que va desde 1 (igual importancia) hasta 9 (importancia extrema).

Esta idea principal se ha llevado a cabo en este proyecto con el apoyo de otras metodologías como son entrevistas e informes. Las metodologías se complementan entre sí para, de una manera más objetiva, utilizar los términos de importancia más adecuados posibles y, por tanto, obtener unos resultados lo más acertados posibles.

Una vez que se han realizado todas las comparaciones, se utiliza la matriz de comparación para calcular los pesos relativos de los criterios y las alternativas a través de un proceso matemático. Esto permite cuantificar la importancia de cada elemento en la jerarquía. Seguidamente, se realiza un proceso de evaluación de las alternativas utilizando los porcentajes de los pesos calculados. Cada alternativa se evalúa en función de los criterios y subcriterios ponderados. Esto puede hacerse utilizando una matriz de evaluación, donde se asignan puntuaciones a cada alternativa en función de su desempeño en relación con los criterios.

Finalmente, se realiza una consolidación de las evaluaciones para obtener el resultado final. Este nos aporta el porcentaje de idoneidad de lo que necesitamos elegir. [11]



2.2.3 METODOLOGÍA CUANTITATIVA. LA ENCUESTA

La metodología cuantitativa de la encuesta es una aproximación sistemática utilizada en proyectos para la recopilación y análisis de información en base a datos numéricos. Su objetivo es obtener una información cuantificable y objetiva. Es una herramienta valiosa que, permite a los investigadores abordar preguntas para poder llegar a conclusiones con una base sólida de pruebas. Este enfoque riguroso y estructurado se utiliza con la finalidad de obtener resultados cuantificables y proporcionar una compresión profunda de los fenómenos estudiados.

La primera etapa es la formulación de un conjunto de preguntas estructuradas y específicas diseñadas de manera que los encuestados proporcionen respuestas cuantificables, escalas de calificación o respuestas cerradas. Este proceso es el más crítico, debido a que las preguntas deben ir enfocadas a los objetivos de esta y no dar pie a la ambigüedad para que no haya confusión y sean lo más verídicas posibles. Para la elección de las preguntas, se ha realizado un análisis previo de los resultados de las anteriores etapas, (entrevistas y proceso analítico jerárquico) para un adecuado planteamiento de estas. Con este análisis previo, se consigue plantear los objetivos a los que se quieren llegar en esta metodología y mejorar la calidad de la encuesta.

La siguiente etapa es la selección cuidadosa de una muestra representativa de una población de interés. Los participantes tienen que conformar una representación específica de la población estudiada. Las respuestas de los participantes se registran de manera que puedan ser cuantificadas y analizadas posteriormente. En el caso del presente, la muestra es algo simple de elegir debido a que se habla de la plataforma más común dentro del destino donde se han realizado el estudio. Por tanto, gran parte de la unidad posee los conocimientos necesarios para poder ser componentes de la muestra.

2.2.4 METODOLOGÍA CUALITATIVA. ANÁLISIS DAFO

Esta metodología se utilizará para tomar una decisión una vez planteadas las elecciones que más se acerquen a las necesidades requeridas. Es una herramienta de planificación estratégica que se utiliza para evaluar las Fortalezas, Amenazas, Oportunidades y Debilidades de la situación o elecciones a elegir.

El análisis de los últimos resultados obtenidos, tras el uso de otras metodologías, lleva a la elección de dicho procedimiento. Se ha utilizado un proceso de desarrollo en embudo, es decir, se ha empezado un análisis de un ámbito más general hasta llegar a un proceso más específico. El análisis DAFO es esta parte más específica utilizada cuando hay pocas opciones en las que elegir y, se puede hacer un estudio más exhaustivo de estas.

Cuando están definidas los cuatro aspectos a analizar se utiliza la información para desarrollar la estrategia a utilizar. El objetivo es reducir las debilidades, así como intentar adelantarse a las amenazas que se identifican. Por otro lado, aprovechar las fortalezas y aprovechar las oportunidades son las claves para maximizar los beneficios de la estrategia y lo que se analiza a la hora de escoger una elección.



3. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

3.1 MARCO TEÓRICO

3.1.1 EL “RECALL” Y ARMAMENTO PRINCIPAL DE LOS VEHÍCULOS DE CABALLERÍA

El "recall" de vehículos militares es una práctica utilizada en la administración de la flota de vehículos empleados por las fuerzas armadas. Consiste en: un fabricante o una entidad responsable de la gestión de estos vehículos emite una orden para que ciertos vehículos sean devueltos. El propósito es de someterlos a reparaciones o mantenimiento.

En el ámbito militar, el recall de vehículos busca prevenir accidentes o fallos durante las operaciones militares y garantizar que los vehículos cumplan con los estándares de seguridad y rendimiento necesarios. Las órdenes de recall pueden ser emitidas por el fabricante en colaboración con las autoridades militares o, directamente, por estas autoridades. Una vez que se emite una orden, se espera que los vehículos identificados sean devueltos a instalaciones específicas para su reparación o modificación. El objetivo principal de este proceso es preservar la seguridad y el rendimiento de la flota de vehículos militares, asegurando que estén en óptimas condiciones operativas en todo momento.

El armamento principal de los vehículos blindados y carros de combate es una de las características más críticas y, desempeña un papel fundamental en la capacidad de combate. Es el factor clave en la potencia de fuego, característica esencial en este tipo de unidades. Este componente posee una serie de aspectos que lo hacen diferencial a todos los demás componentes del vehículo. Algunas de estas características son: el calibre y tipo de cañón¹¹, determina la potencia de fuego y capacidad de penetración de proyectiles; tipo de munición, todos los vehículos utilizan variedad de municiones dependiendo de la amenaza a la que se enfrenten; cargador, en algún vehículo es un cargador automático¹² asociado al cañón o sistema de apuntamiento y precisión entre otros.

En definitiva, el armamento principal de los vehículos blindados y carros de combate es un componente multifacético que combina: potencia de fuego, precisión y movilidad. Están diseñados para enfrentar a una gran variedad de amenazas y, la capacidad de adaptarse a diferentes situaciones y condiciones es un factor crítico en su eficacia.

3.2 ANTECEDENTES

3.2.1 EJÉRCITOS INTERNACIONALES QUE UTILIZAN EL MÉTODO DE “RECALL”

En el siglo XXI se ha estado utilizando la técnica del recall de forma asidua en diferentes ejércitos internacionales debido a la finalización de la vida útil de sus vehículos con el objetivo tanto de mejora de sus prestaciones como de seguridad. Esta práctica se ha llevado a cabo con

¹¹ Los cañones se pueden clasificar dependiendo de diversos factores como calibre, sistema de carga o uso específico, así por el tipo de ánima que posee si lisa o rayada.

¹² Un cargador automático es un mecanismo diseñado para cargar y recargar automáticamente el cañón de un arma sin que la tripulación realice manualmente el proceso.



grandes éxitos en ahorro de costes debido al bajo presupuesto en comparativa con desarrollar un vehículo nuevo. A continuación, se presentan algunos de los ejemplos más ilustrativos: [12]

1. **Ejército de los Estados Unidos (EE. UU.):** en el año 2010, el Ejército de EE. UU. ejecutó un proceso de “recall” en sus vehículos militares MRAP (Mine-Resistant Ambush Protected). El principal objetivo de esta práctica fue en los sistemas de frenado y dirección lo que planteó una mejora sustancial del vehículo debido a que ambos sistemas son claves en la operatividad del vehículo. [13]
2. **Ejército Británico:** el vehículo blindado Warrior fue objeto de esta práctica debido a una mejora en la movilidad y protección por las nuevas necesidades en el campo de batalla. Se desarrolló una mejora tecnológica tanto en el blindaje utilizado como en la cámara de conducción.
3. **Ejército Alemán:** es el Ejército que más uso ha tenido de esta práctica innovadora dentro de su flota de vehículos militares. Su principal hazaña fue la mejora de los blindados Marder. Las mejoras se centraron en la protección contra amenazas de explosivos improvisados (IED) y proteger a la tripulación de proyectiles o minas; por otro lado, los sistemas de comunicaciones y la implementación del sistema de mando y control fueron las novedades más significativas en estos vehículos.
4. **Ejército Israelí:** el más importante “recall” implantado por los israelitas se produjo sobre el carro de combate Merkava. Este carro de combate ha experimentado varios procesos a lo largo de sus años de servicio que se han centrado en: movilidad, modernizaciones en el sistema de propulsión y la suspensión y en seguridad de la tripulación, contra armas químicas, biológicas, radiológicas y nucleares (CBRN).

Analizando todos los ejemplos de actualizaciones de los vehículos mencionados anteriormente, se llega a un denominador común: actualizaciones en la protección contra IED¹³, minas y defensa activa¹⁴ contra misiles. Esto se debe a que las amenazas van evolucionando y los vehículos necesitan evolucionar con ellas, son directamente proporcionales las mejoras en las amenazas con los medios que componen los ejércitos que se enfrentan a ellas.

3.2.2 CAMBIOS DE ARMAMENTO PRINCIPAL EN VEHÍCULOS MILITARES

Así como los vehículos se modernizan en el término de barcaza, como se ha visto reflejado en el apartado anterior, también es común el uso del cambio del armamento principal debido a modernizaciones y actualizaciones. No son solo cambios de calibres, sino también cambios de cañón en el uso del mismo calibre por finalizada la vida útil del mismo. A continuación, se exponen las principales transformaciones en los ejércitos más destacados a nivel internacional: [12]

1. **Ejército de los Estados Unidos (EE. UU.):** el carro de combate Abrams M1 sufrió un cambio importante en la década de 1980 cuando se reemplazaron los cañones de 105 mm por cañones de 120 mm. Esta variación tomó la denominación de M1A1 Abrams que se tradujo en una importante mejora en la capacidad de penetración y potencia de fuego. [13]
2. **Ejército Británico:** en el año 1980 se realizó una actualización en los carros de combate Challenger 2 al cambiar de cañón, pero no de calibre en su armamento principal. Sustituyeron sus cañones L11A5 por cañones L30A1 del mismo calibre, 120 mm. Con este cambio consiguieron una mayor letalidad en sus disparos.

¹³ Dispositivo Explosivo Improvisado (IED) es un artefacto explosivo fabricado de manera casera o improvisada con el propósito de causar daño, destrucción o lesiones.

¹⁴ La defensa activa es el conjunto de medidas y sistemas diseñados para interceptar, neutralizar o destruir misiles enemigos antes de que alcancen sus objetivos.



3. **Ejército Alemán:** a mediados de 1990, se introdujo una de las mayores innovaciones dentro de la flota alemana cuando se implementó el cañón L55 de 120 mm en sus carros de combate Leopard 2A6 que más adelante será partícipe de la flota de carros del ejército español
4. **Ejército Israelí:** las constantes mejoras en el Merkava no se iban a producir solo en la barcaza; en el ámbito del armamento principal, se realizó una transición en el año 1980 de 105 mm a 120 mm. Más adelante, se realizó un avance dentro de los cañones de 120 mm más avanzado.
5. **Ejército Ruso:** a lo largo de las recientes décadas, Rusia ha implementado mejoras sustanciales en los tanques T-90 y T-14 Armata aumentando el cañón hasta 125 mm y sistemas de armas avanzados. [13]

Al igual que sucede en la barcaza y, como denominador común en todos los ejércitos, las nuevas actualizaciones de las amenazas influyen en la evolución de los carros de combate. Como consecuencia de dicha evolución, se produce una mejora en todo el vehículo. Los ejércitos se han ido modernizando a lo largo de los años para obtener una mayor capacidad de penetración y potencia de fuego, con la finalidad de asegurarse la capacidad de enfrentarse con éxito a una amplia gama de desafíos en el campo de batalla.

3.3 ACTUALIDAD

Una vez se ha realizado una investigación profunda sobre los antecedentes del objeto en estudio, es necesario ver la actualidad del vehículo base en este proyecto y las diversas nuevas necesidades que se plantean en el arma de Caballería.

Primero de todo, para poder entender la finalidad de este proyecto es necesario conocer la vida útil ¹⁵de los vehículos militares y, concretamente, la del VRCC ‘Centauro’. Las primeras unidades fueron recibidas hace veintidós (22) años, en el año 2001. La vida operativa de dicho vehículo radica en veinte (20) años con un mantenimiento adecuado por lo que, actualmente, este vehículo se encuentra obsoleto. [3]

Las acciones y mejoras planteadas en este proyecto van encaminadas hacia una ampliación de esa vida útil, que nos llevaría hacia la negativa en la necesidad de desarrollar un nuevo vehículo. Por tanto, obtendríamos un vehículo actualizado a las nuevas misiones sin el gasto de diseño y fabricación de un nuevo recurso material.

Sin embargo, para poder plantear las actualizaciones en base a las tendencias que van apareciendo, en la actualidad, se debe analizar cuáles son estas necesidades y de donde aparecen las mismas. Las tácticas militares han experimentado transformaciones significativas. Esto se produce debido a una serie de conflictos que nos llevan hacia lo que actualmente conocemos como “guerra moderna”. El desarrollo de nuevas tecnología y amenazas han llevado a una revisión de las estrategias tácticas en el ámbito militar. [14]

Dos de los conflictos más importantes que han ejercido una gran influencia en la táctica son: la guerra en Afganistán, comenzando en 2001 como parte de una Guerra contra el Terrorismo, y la guerra en Irak, iniciada en 2003 por una invasión liderada por Estados Unidos. Ambos conflictos poseen una naturaleza asimétrica contra grupos insurgentes y terroristas, por lo que han aparecido desafíos únicos como pueden ser: la lucha contra la insurgencia y la preocupación por minimizar las víctimas de bajas civiles.

¹⁵ La vida útil de un vehículo depende del mantenimiento, diseño y uso operativo del mismo. El desgaste en combate y mantenimiento deficiente son factores claves en la durabilidad de dicho periodo.



El conflicto más reciente, la guerra en Ucrania, ha destacado la importancia de la guerra híbrida¹⁶ y las tácticas asimétricas modernas. Este conflicto lleva la necesidad de una flexibilidad táctica y la capacidad de adaptarse a diferentes amenazas, tanto convencionales (el Ejército de Rusia) como asimétricas (grupos separatistas¹⁷ respaldados por Rusia). Un aspecto importante para destacar es: la neutralización de objetivos en el ámbito de los vehículos blindados. En épocas anteriores, se tenía muy en cuenta la destrucción completa de los vehículos en el desarrollo de los armamentos principales de los carros de combate. Con los nuevos análisis y estudios sobre las acciones tácticas que se están sucediendo en el campo de batalla, se llega a una clara conclusión: la neutralización haciendo inoperativa¹⁸ la amenaza cobra más importancia que la destrucción de la misma. [15]

Asimismo, no solo las guerras que suceden cambian la táctica, sino que influyen otros factores nacidos de la evolución de la tecnología. Un claro ejemplo es la creciente importancia de la ciberseguridad¹⁹. Las operaciones ciberneticas y protección de redes militares son fundamentales en un entorno de la guerra moderna y, los vehículos se tienen que modernizar debido a su fácil detección y posibilidad de levantar sus posiciones con las nuevas tecnologías.

En síntesis, las tácticas militares han evolucionado en respuesta a una serie de conflictos y factores, incluyendo la naturaleza asimétrica de las guerras actuales, el desarrollo tecnológico y la ciberseguridad. Estos cambios reflejan la necesidad de una adaptación constante por parte de las fuerzas armadas para, en el presente y futuro, hacer frente a amenazas cambiantes y aprovechar nuevas capacidades. La evolución táctica es un proceso continuo y seguirá siendo fundamental en el campo de batalla moderno.

4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 LA BARCAZA

La barcaza de un vehículo blindado constituye una pieza estructural esencial con un rol fundamental en su movilidad y seguridad. Hace referencia al sector inferior de la carrocería del vehículo, donde se sustenta toda la plataforma y garantiza la estabilidad. Existen dos vertientes de barcaza en función de los requisitos operativos: sobre ruedas o sobre sistema de orugas. [4]

A parte de su funcionalidad como sustento del resto de las partes del vehículo, la barcaza sirve para albergar los componentes más críticos del vehículo: sistemas de suspensión, cámara del conductor, compartimentos para albergar la santa bárbara²⁰ y cámara de transporte de

¹⁶ La guerra híbrida es una estrategia militar que combina tácticas convencionales y asimétricas

¹⁷ Los grupos separatistas más importantes que actúan en la guerra de Ucrania son: República Popular de Donetsk (DNR), Fuerzas Armadas de Nueva Rusia (NAF) y República Popular de Lugansk (LNR). Han sido motivo de controversia debido a que han sido respaldados por el gobierno de Rusia.

¹⁸ La inoperatividad de un vehículo se basa en incapacitar o dañar gravemente con el objetivo de que no pueda funcionar ni participar en operaciones futuras.

¹⁹ La ciberseguridad es un campo de la seguridad informática que se centra en proteger los sistemas, redes, dispositivos y datos contra amenazas y ataques ciberneticos.

²⁰ Lugar donde se almacena la munición dentro del vehículo



personal²¹. Suele estar fortificada para proporcionar una protección efectiva frente a amenazas balísticas y explosivas, lo que favorece la supervivencia del vehículo y sus tripulantes. [16]

Como todo el conjunto del vehículo, ha llegado al fin de su vida útil y, por lo tanto, necesita de una actualización exhaustiva. Esta es la base del estudio planteado del que se han extraído varios resultados después de analizar diversos factores. La secuencia que se ha utilizado se puede observar en la Tabla 2

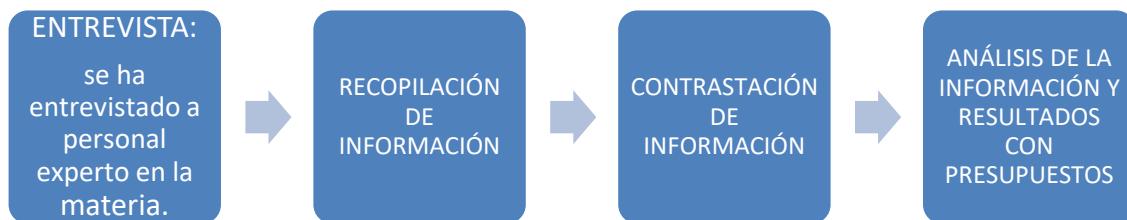


Tabla 2. Proceso de obtención de información. Fuente: elaboración propia.

4.1.1 MÉTODO DE LA ENTREVISTA

Una vez realizadas las entrevistas y planteadas las problemáticas del estudio: “Actualizar la barcaza de la plataforma VRCC Centauro”, se llegan a unos aspectos realmente positivos debido a las nuevas tecnologías que se intentan implementar en esta barcaza. En este apartado se van a exponer algunas de los resultados: cuantitativos (presupuestos) y cualitativos (opiniones y documentación), obtenidos tras las entrevistas realizadas. Estos resultados han sido determinados en base a las preguntas descritas en el ANEXO 2. ENTREVISTAS donde, por derechos de privacidad de los encuestados, solo vienen reflejadas las preguntas del cuerpo de la entrevista. Se ha dividido esta sección en dos partes donde se tratan aspectos positivos y negativos y, las propuestas de mejoras innovadoras desde los centros más especializados en este aspecto.

4.1.1.1 Valoraciones de las entrevistas realizadas

Aspectos positivos:

- **Alargamiento del uso del vehículo.** A efectos de mejora para la flota del Ejército de Tierra, es un cambio sustancial el hecho de que una de sus plataformas más novedosas en una especialidad fundamental amplíe su uso y mejore las capacidades de la misma. La renovación en sus componentes críticos es el aspecto más esencial que se necesita dentro de la renovación de toda la plataforma.
- **Renovación de la tecnología.** Al comienzo de este proyecto, se estudiaron los diferentes desarrollos que están en vigor en el ámbito de los vehículos blindados para conocer las tendencias y necesidades del arma. La única coincidencia de todos los proyectos en desarrollo es la necesidad de un cambio en la tecnología, debido a que fue creada en la época de los 2000 y no se han implementado cambios sustanciales desde entonces.
- **Predisponibilidad de la empresa SDLE²² experta en el vehículo.** El personal militar de las unidades es el encargado del mantenimiento de los vehículos. [17] En algunos periodos, hay empresas civiles contratadas para la ayuda a la unidad y la puesta en funcionamiento de los vehículos con averías más complicadas sin necesidad de que el

²¹ La plataforma puede albergar un total de dos exploradores que pueden adoptar misiones de reconocimiento a pie entre otras funciones.

²² La empresa SDLE (Star Defence Logistics & Engineering) es la encargada de apoyar el mantenimiento de la flota del Ejército de Tierra.



PCMasa (cuarto escalón) se encargue de ellos. La información obtenida entrevistando y analizando la barcaza junto a esta empresa civil lleva a la posibilidad de que la misma empresa sea la encargada de esta actualización.

- **Adaptabilidad hacia las nuevas necesidades.** Todos los proyectos I+D+I²³ van encaminados hacia un cambio en la especialidad fundamental de Caballería. Estos cambios surgen de un estudio de los conflictos actuales los cuales nos dan información valiosa para el análisis y toma de decisiones futuras.

Aspectos negativos:

- **Coste.** Actualmente, la flota²⁴ de Centauros en las unidades del Ejército de Tierra es extensa para un cambio sustancial en todos ellos, por lo que supondría un uso de un presupuesto elevado. Por el contrario, abaratar costes mejorando la plataforma en lugar de desarrollar otra nueva es un aspecto para tener en cuenta. Asimismo, el coste mayor sería la inoperatividad de los vehículos durante un largo periodo de tiempo de modernización, donde las unidades estarían escasas de recursos para poder realizar las jornadas de instrucción y adiestramiento.
- **Tiempo de implantación.** Todo nuevo proyecto necesita de un proceso de implantación y pruebas dentro de las unidades. Los prototipos con diferentes mejoras llegan en los vehículos para que sean los propios miembros de caballería quienes utilicen esas plataformas y den su 'feedback'. Este proceso conlleva años, por lo que al estar ya fuera de su vida útil, llegaría tarde esta innovación.

Resultado de las entrevistas: Existen dos vertientes principales de información sobre la intención de este trabajo: la primera y, más común, el proyecto que se intenta plantear es viable en cuanto a capacidades logísticas y tecnológicas debido a que otros ejércitos lo llevan poniendo en práctica décadas atrás. No obstante, es difícil estimar una duración temporal total de lo que supondría alcanzar una modernización de todo el Ejército de Tierra; mientras, existe la otra rama de pensamiento, que defiende que el vehículo está tan desfasado sobre la tecnología actual y, que no merece la pena invertir tiempo ni dinero en una modernización, sino que es más viable optar por el desarrollo de una nueva barcaza, como es la del 8x8 'Dragón' actualmente en crecimiento.

4.1.1.2 Averías más comunes en la plataforma

Con la finalidad de plantear un "recall" en el vehículo base del estudio, se plantea la necesidad de conocer más a fondo todas las averías y, concretamente, las más comunes que ocurren debido a que son aquellas que se les puede buscar un recambio/ actualización con el fin de solucionar el problema mencionado.

Luego de la entrevista con la empresa civil SDLE, se ha realizado un estudio con todos los historiales de averías mecánicas y eléctricas solucionadas en los últimos tres (3) años. Esta información es clave para conocer más a fondo el vehículo. Toda esta información está obtenida de los archivos de historial de la empresa en la plaza de Zaragoza durante los años 2021, 2022 y 2023. En el estudio se ha llegado a las siguientes averías corrientes:

- **Aforador de combustible:** El aforador del combustible es un dispositivo de medición y control diseñado para cuantificar con precisión la cantidad de

²³ I+D+I son proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación para desarrollar nuevos productos, procesos y tecnologías.

²⁴ La flota es un término que menciona a la cantidad de vehículos que están en dotación en las unidades del Ejército de Tierra. Actualmente, cuenta con 84 VRCC Centauros repartidos por todo el territorio nacional.



combustible que fluye a través del vehículo. Resulta fundamental para tener una cuantía de la cantidad de consumo del combustible y, realizar una gestión eficiente de los mismos.

El VRCC Centauro posee dos depósitos: el “depósito de combustible principal”, almacena la mayor parte del combustible necesario para el funcionamiento del vehículo. Se encuentra en la parte central del vehículo y, es el encargado de alimentar el motor durante el funcionamiento habitual del vehículo; por otra parte, se encuentra el “depósito de reserva o suplementario”, el cual posee una capacidad menor y suele ser utilizado de una manera selectiva.

La versión que tiene el Ejército de Tierra posee únicamente un aforador de combustible para dos depósitos. El porcentaje de avería y su presupuesto se muestran a continuación en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Porcentaje de Avería	Presupuesto por Pieza
1/4 de los vehículos	3638,45 EUR

Tabla 3. Porcentaje y presupuesto del aforador de combustible. Fuente: elaboración propia.

- Sistema NBQ: todos los vehículos blindados y los carros de combate (MBT) poseen un sistema contra armas nucleares, biológicas y químicas que se basa en diferentes aspectos. Uno de ellos, el más importantes, radica en la filtración de aire el cual se encarga de reciclar el aire del interior del vehículo. Asimismo, cabe destacar la necesidad de que el vehículo posea un sellado hermético para evitar la entrada de contaminantes dañinos. La hermeticidad, depende de las puertas y escotillas. Es este uno de los principales problemas debido a que las juntas, tanto de puertas como de escotillas, se averían con facilidad y son necesarias de cambiar. Otro problema común, es el cambio de filtros, poseen una vida útil la cual hay que cumplir si se quiere que el sistema funcione correctamente. Se adjuntan los porcentajes y presupuestos en Tabla 4 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Porcentaje de Avería	Presupuesto por Pieza
Filtro NBQ 2/3 vehículos	12.148,97 EUR
Junta de retén 3/5 vehículos	5,64 EUR cada junta
Juntas periscopio 1/4 vehículos	15,08 EUR cada junta
Junta de escotilla 2/5 vehículos	123,00 EUR cada junta

Tabla 4. Porcentaje y presupuesto del sistema NBQ del vehículo. Fuente: elaboración propia.

- Freno de mano destensado: el sistema de freno de mano es un sistema parecido a los frenos convencionales de los vehículos civiles: un cable conectado a una palanca que acciona las pinzas de freno que mantiene la tensión cuando está activada con un mecanismo de carraca²⁵. Una tensión excesiva en la sirga de la palanca provoca la inutilización del sistema. Es lo que sucede en la mayoría de los vehículos de la línea²⁶. No solo se desgasta el freno de mano, sino que esto

²⁵ Una carraca es un mecanismo que permite el movimiento en una sola dirección que se utiliza como herramienta manual.

²⁶ La línea es el hangar donde se encuentran los vehículos estacionados en las unidades.



provoca un desgaste mayor de las pastillas de freno las cuales tienen que ser intercambiadas. Como se puede apreciar en la Tabla 5 y, ratifica lo mencionado con anterioridad, el porcentaje de avería es alto. También, se muestran en dicha tabla los presupuestos.

Porcentaje de Avería	Presupuesto por Pieza
Pinza de freno de mano 2/3 vehículos	1.546,08 EUR
Pastillas freno de mano 1/2 vehículos	809,83 EUR por pastilla

Tabla 5. Porcentaje y presupuesto del freno de mano. Fuente: elaboración propia.

- **Cierre de portón de baterías:** la barcaza porta en su parte trasera un total de seis (6) baterías de las cuales cuatro (4), alimentan la barcaza y dos (2) alimentan la torre. Están separadas en dos compartimentos diferentes como se puede ver en las imágenes adjuntas en la Ilustración 29 (véase ANEXO 8. IMÁGENES PROPIAS) donde se observan a los lados del vehículo sendos compartimentos. La Tabla 6 muestra el porcentaje y el presupuesto de la avería.

Porcentaje de avería	Precio por pieza
Cierres portón baterías 2/5 de los vehículos	874,55 EUR por cierre

Tabla 6. Porcentaje y presupuesto de los cierres del portón de baterías. Fuente: elaboración propia.

Valoración: tras el análisis, tanto del tipo de averías como del presupuesto, se llega a una valoración positiva en lo que respecta a la barcaza del vehículo en el ámbito mecánico, debido a que son fallos fácilmente solucionables y, por tanto, trabajo dentro de la misma unidad en conjunto de primer escalón (los propios usuarios) y segundo escalón.

4.1.2 MÉTODO DE LA ENCUESTA

Una vez identificados los diversos problemas mecánicos que se producen en la barcaza y sacar unas valoraciones de estos (conseguidas en base a las respuestas obtenidas disponibles en el ANEXO 3. PREGUNTAS Y RESULTADOS DE LA ENCUESTA), se plantea una modernización de la plataforma en base a las experiencias/ vivencias de los mismos usuarios que utilizan diariamente este vehículo blindando. La encuesta realizada está enfocada al personal del Grupo de Caballería ‘Numancia’ I/11 debido a que poseen la mayor flota de todo el Ejército de Tierra, lo que les hace personal activo en el desarrollo de nuevas actualizaciones, más concretamente al personal de los Escuadrones Acorazados: EAC 1 y EAC 3, quienes son los que operan con este vehículo.

Conclusiones: las conclusiones obtenidas de los encuestados son las que a continuación se relacionan.

- La barcaza de la plataforma en estudio necesita una modernización urgente debido a que la tecnología que utiliza está desfasada. Esta necesidad la han puesto de manifiesto todos los encuestados.
- Surgen dudas a la hora de decidir si la barcaza es óptima para su función debido a que, por una parte, posee gran movilidad y aporta gran velocidad a la maniobra, lo que es clave en



las misiones de caballería; también, tiene la capacidad de portar dos exploradores²⁷, lo que le hace útil para el reconocimiento. Por otro lado, el sistema hidráulico que utiliza y las complejas acciones por parte de los mecánicos para solucionar problemas, son aspectos que hacen de la extrema necesidad de un segundo escalón que, en zona de operaciones o en el combate, no se encuentran tan accesibles, por tanto, el vehículo puede quedar inoperativo de baraza con facilidad.

- La necesidad de portar una cámara de conducción es extrema debido a la imposibilidad de visión con las escotillas cerradas²⁸. Los periscopios que existen en la actualidad no permiten al conductor una visión clara de las amenazas exteriores y elementos del terreno a los que se enfrenta.
- La climatología dentro del vehículo es un factor importante para la moral de los integrantes del mismo. Una gran parte del éxito en una misión es el factor humano. Los miembros de las unidades tienen que estar en las mejores condiciones para poder establecer el combate de una manera óptima y eficaz. El uso de la climatización dentro del vehículo tiene un alto porcentaje de inoperatividad lo que provoca que, en su interior, se alcancen temperaturas inapropiadas para aguantar un largo periodo de tiempo.
- La modernización del vehículo, tanto en el apartado de baraza como en el de torre, es una implantación que se debe llevar a cabo cuanto antes si España requiere la necesidad de contar con unas Fuerzas Armadas modernas y operativas.

Toda la información recopilada, así como las posibles mejoras en la baraza, han sido el objeto de estudio para el posterior análisis de viabilidad y presupuesto de dichas actualizaciones.

4.2 LA TORRE

Todo vehículo blindado o carro de combate (MBT) posee un armamento principal conformado por un cañón. Este cañón puede plantearse con calibres de diferentes tamaños para ajustarse a las misiones específicas de cada uno. Este planteamiento de una reforma del calibre en el Vehículo de Reconocimiento y Combate de Caballería ‘Centauro’ es lo que se estudia en este proyecto. [4]

Para alcanzar la tesisura descrita con anterioridad, se ha utilizado la metodología estadística de Proceso Analítico Jerárquico (AHP) el cual nos ha aportado unos resultados para tomar una decisión. El proceso ha sido planteado en diferentes fases (véase Tabla 7).

²⁷ Integrantes del arma de caballería que son el elemento de combate a pie del arma. En el vehículo VRCC ‘Centauro’ se ubican en la cámara transportada, en la parte trasera del vehículo. Su función es tanto de reconocimiento como de combate pie a tierra, lo que le aporta versatilidad a la plataforma y fluidez a la maniobra.

²⁸ La escotilla del conducto posee un mecanismo de seguridad para mover la torre. Es decir, si no está cerrada, la torre no se podrá mover por lo que es necesaria la instrucción conduciendo con las escotillas de esta manera.

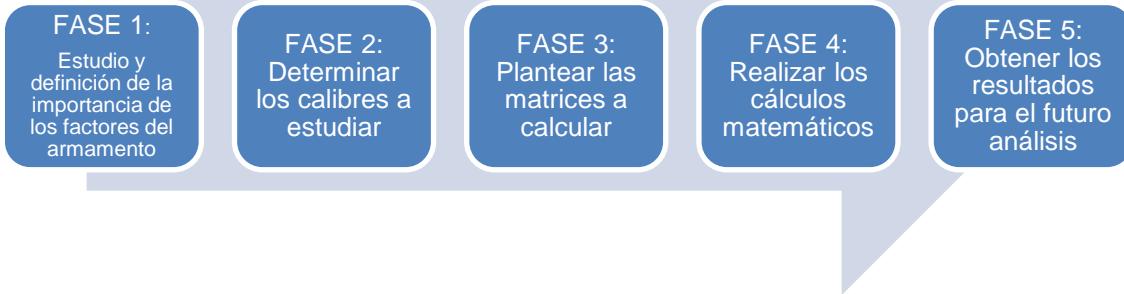


Tabla 7. Resumen de las fases de la metodología cuantitativa AHP. Fuente: elaboración propia.

4.2.1 FASE 1. ESTUDIO Y DEFINICIÓN DE LA IMPORTANCIA DE LOS FACTORES DEL ARMAMENTO

Este es el momento más complicado e importante de la metodología. Es donde se asientan los criterios más importantes que influyen en la elección de un calibre para el armamento principal. Estos criterios serán fundamentales para que el estudio y metodología posean la mayor calidad posible, es la base fundamental de dicho proceso. [18]

Si se habla de factores/ criterios para la elección de calibres se pueden plantear dos vertientes: la primera, utilizar los datos objetivos de las diversas opciones para conseguir una comparativa con datos numéricos; por otro lado, el uso de criterios más abstractos que nos pueden llevar a un estudio heterogéneo y subjetivo.

Esto último se plantean criterios como:

- Tipo de misión: influirá en el arma principal debido a que depende de los objetivos que se quieran plantear con ese vehículo (ej. Calibre menor si queremos utilizarlo en zonas urbanizadas o zonas boscosas).
- Amenazas actuales: en el campo de batalla se pueden encontrar enemigos de naturalezas variadas. (ej. Blindados medios o pesados necesaria un calibre superior o con más penetración)
- Peso y Espacio: la torre donde se encuentra el armamento y los tripulantes del vehículo no tiene espacio infinito y es un aspecto para la eficacia de los 'jinetes' que hacen uso del vehículo.
- Recoil y estabilidad: muchas de los aspectos técnicos de las municiones dependen de la estabilidad del vehículo. El recoil es básico debido a que muchos vehículos no pueden soportar calibres grandes por su gran retroceso que hace que no puedan aguantar altas presiones.
- Recursos Logísticos: la logística es un ámbito muy importante dentro del ejército pues son la base del éxito en el campo de batalla. Un calibre muy pesado puede dificultar los diferentes municionamientos y al transporte de esta.

Estos factores son aspectos importantes para tener en cuenta dentro de la elección, pero en lo que se ha centrado este proyecto es en la elección del calibre en base a los aspectos técnicos de los calibres. Existe una gran extensión de estos criterios y resulta difícil de discriminar para conseguir cuatro (4) principales.

Los criterios seleccionados y ordenados para el estudio son:

1. Tipo de munición asociada: no se puede elegir un calibre o un armamento sin tener en cuenta la munición que se utiliza. Es esta munición clave para que el resto de los criterios



tengan un sentido, pues es el determinante de factores como alcance eficaz, penetración, etc.

2. **Penetración:** la eficacia del armamento sobre otros vehículos viene determinada por este criterio considerando que, un vehículo blindado se enfrentará naturalmente a otros blindados o carros de combate. Para la destrucción o neutralización de estos es necesario tenerlo muy en cuenta puesto que, es uno de los objetivos principales dentro del arma de Caballería.
3. **Cadencia:** la Caballería se caracteriza, como se ha mencionado anteriormente, por la movilidad y fluidez dentro de otros aspectos. Es por ello por lo que una cadencia alta y sin interrupciones es clave para la explotación y eficacia de estas dos características. Bien es cierto que no es tan crítica como los demás criterios, pero para la especialidad fundamental de Caballería si es muy importante tener esta cualidad bien explotada.
4. **Alcance:** el alcance es la distancia máxima que puede alcanzar un proyectil con precisión o efectividad sobre un objetivo. Los alcances máximos no son tan importantes dentro de estos criterios visto que, el campo de batalla actual no plantea el uso de los alcances máximos eficaces. La guerra convencional actual se desarrolla en lugares como zonas boscosas, urbanizadas o ubicaciones con diferentes desniveles y accidentes demográficos por lo que un alcance máximo alto no es tan necesario, pero si ayuda a la precisión y efectividad.

Cabe recalcar una consideración importante en el estudio de los factores. Como se puede deducir, todos los criterios están interrelacionados directamente entre sí (ej. El tipo de munición afecta a la penetración y al alcance lo que le hace un aspecto fundamental).

La importancia y el uso de estos factores han sido extraídos de un estudio exhaustivo y una obtención de información por parte de expertos en la materia ya sea a través de 'Memoriales de Caballería' como de entrevistas personales. [19] [20]

4.2.2 FASE 2. DETERMINAR LOS CALIBRES A ESTUDIAR

En el ámbito del armamento militar, una aplicación ajustada y proporcional del calibre posee un papel fundamental en el contexto de efectividad operativa en las Fuerzas Armadas (FAS). Entre todos los calibres que existen en el mercado con todas las tecnologías internacionales de otros ejércitos, este proyecto se ha centrado en las que se consideran más relevantes para la plataforma en estudio²⁹. [21] Los calibres son los que aparecen en la Tabla 8.

²⁹ Se debe tener en cuenta la funcionalidad de un vehículo para determinar su calibre por lo que no siempre un calibre mayor y con más penetración será lo óptimo. El ejemplo del Vehículo de Reconocimiento de Caballería (VEC) es claro de como un cañón mayor sería peor para dicha plataforma debido a que su misión se basa en el reconocimiento y la rapidez, un cañón mayor aportaría mayor peso y por lo tanto restaría velocidad. Perdería una de sus capacidades esenciales.



120

El concepto de 'Centauro 2.0' implementa este tipo de munición. Es la munición con mayor calibre de las escogidas. Es reconocido por su potencia balística, capacidad de penetración y su alcance que le permite una neutralización de amenazadas pesadas.

105

Es el actual calibre que utiliza la plataforma en estudio. Es un calibre que, aunque no es el mayor en el análisis, es bastante grande y puede hacer frente a diferentes objetivos blindados.

40

Es el calibre más novedoso que hay en el ámbito internacional. Posee aplicación en diferentes sistemas avanzados, proporcionando una sólida defensa contra diversidad de objetivos.

30

Es el actual prototipo de calibre sobre la nueva plataforma 'Dragón' 8x8 que se está intentando desarrollar. Aporta una gran versatilidad entre cadencia y potencia de fuego.

Tabla 8. Explicación breve de los diferentes calibres de estudio. Fuente: elaboración propia.

4.2.3 FASE 3. PLANTEAR LAS MATRICES A CALCULAR

Una vez realizado todo el proceso de selección de criterios e importancia y, planteado los posibles calibres a implementar, se procede al uso de la metodología cuantitativa a utilizar. Esta fase es la más importante dado que se van a plantear las matrices a utilizar en los cálculos posteriores y, es lo que va a determinar la elección del calibre.

Primero de todo, posterior a la implementación de la importancia en la fase 1 se dan valores de cuánto de importante son los criterios relacionados entre sí. La importancia de los factores se define en rangos de 1-9, siendo 1 el valor de igual de importante y 9 mucho más importante.

Tras el estudio y análisis la matriz de criterios queda determinada de la siguiente manera. (véase Tabla 9)

CRITERIOS	Penetración	Tipo de Munición Asociada	Cadencia	Alcance
Penetración	1	1/4	6	7
Tipo de Munición Asociada	4	1	5	8
Cadencia	1/6	1/5	1	3
Alcance	1/7	1/8	1/3	1

Tabla 9. Matriz que define la importancia de cada criterio de la metodología AHP. Fuente: elaboración propia.

La matriz 5x5 descrita nos aporta los porcentajes en los que influyen cada criterio en la decisión final de cada calibre. Antes de realizar los cálculos se puede observar que el nivel de importancia definido en la fase 2 está en consonancia con los valores numéricos aportados en la matriz.

Por otro lado, se deben definir las diferentes matrices que nos llevan al planteamiento de los calibres sobre los diferentes criterios. La realización de estas matrices lleva el mismo proceso que la matriz descrita con anterioridad y, están definidas en base al estudio de datos objetivos en las diferentes opciones. El producto que conlleva este proceso son las tablas que a continuación se desarrollan, asociadas cada una de ellas a un factor: tipo de munición (Tabla 10), penetración (Tabla 11), cadencia (Tabla 12) y, por último, alcance (Tabla 13).



Tipo de Munición	120	105	40	30
120	1	3	1/2	7
105	1/3	1	1/4	5
40	2	4	1	9
30	1/7	1/5	1/9	1

Tabla 10. Matriz definición de importancia sobre el tipo de munición de cada calibre. Fuente: elaboración propia.

Penetración	120	105	40	30
12	1	3	4	8
105	1/3	1	3	6
40	1/4	1/3	1	5
30	1/8	1/6	1/5	1

Tabla 11. Matriz definición de importancia sobre la penetración de cada calibre. Fuente: elaboración propia.

Cadencia	120	105	40	30
120	1	1	1/7	1/9
105	1	1	1/7	1/9
40	7	7	1	1/2
30	9	9	2	1

Tabla 12. Matriz definición de importancia sobre la cadencia de cada calibre. Fuente: elaboración propia.

Alcance	120	105	40	30
120	1	3	3	6
105	1/3	1	1	3
40	1/3	1	1	3
30	1/6	1/3	1/3	1

Tabla 13. Matriz definición de importancia sobre el alcance de cada calibre. Fuente: elaboración propia.

Las matrices planteadas son los productos esenciales para poder continuar con la metodología, puesto que son lo necesario para realizar la siguiente fase: las operaciones matemáticas que nos aportaran los porcentajes necesarios para elegir el calibre óptimo para nuestro vehículo en cuestión.

Nota: todos los datos y las importancias han sido obtenidas de las características técnicas de los fabricantes de los diversos calibres.³⁰

³⁰ Los calibres van asociados a un tipo de cañón específico que es lo mejor dentro del mercado. Cada cañón posee las diferentes especificaciones de cada fabricante. (ej. BAE Systems es el elegido en lo que respecta al cañón de 40mm).



4.2.3 FASE 4. REALIZAR LOS CÁLCULOS MATEMÁTICOS

Los cálculos matemáticos son la base empírica de la metodología cuantitativa, es decir, es el proceso que nos aporta la elección más objetiva posible sobre el calibre que define mejor las características en estudio. Todos los cálculos en este proyecto se han realizado con el software informático WxMaxima. (véase ANEXO 5. CÁLCULOS WXMÁXIMA)

A lo largo de todo el proceso matemático se sigue una secuencia que se repite un total de cinco (5) veces debido que obtenemos 5 matrices³¹ siendo común en todos los factores (Tabla 14).

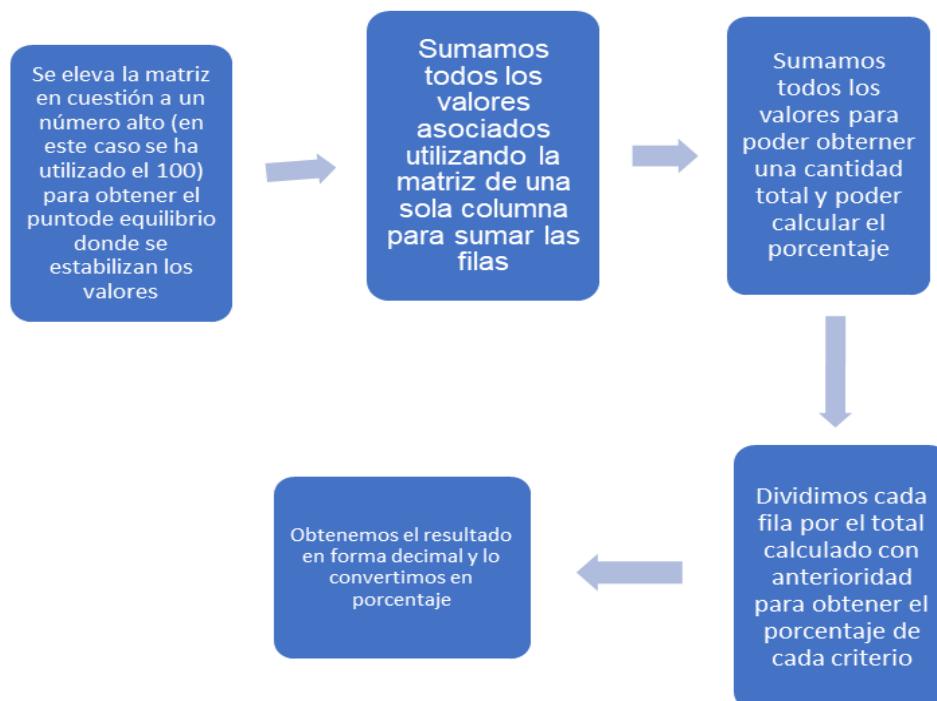


Tabla 14. Explicación breve de los pasos de la metodología cuantitativa "Proceso Analítico Jerárquico" (AHP). Elaboración propia.

Los resultados³² obtenidos tras la realización de la secuencia son las que a continuación se relacionan. (véase desde la Tabla 15 a la Tabla 18)

Criterios	Porcentajes
Penetración	28,99%
Tipo de Munición asociada	57,99%
Cadencia	8,75%
Alcance	4,28%

Tabla 15. Porcentaje de importancia de los criterios para la elección final. Fuente: elaboración propia.

³¹ Las máximas matrices que se pueden hacer en esta metodología son siete (7) porque solo se pueden escribir máximo dicho número de criterios y elecciones.

³² Estos resultados aparecen en porcentajes de tanto por ciento. La suma de todos nos aporta un valor de 100. Cada porcentaje significa el nivel de importancia de cada valor respecto al criterio seleccionado o, en el caso de la matriz de criterios, que criterio nos aporta un mayor porcentaje a la elección final.



Tipo de Munición Asociada	Porcentajes
120	31,22%
105	14,14%
40	50,47%
30	4,16%

Tabla 17. Porcentajes sobre el criterio de Tipo de Munición Asociada. Fuente: elaboración propia.

Cadencia	Porcentajes
120	5,43%
105	5,43%
40	34,21%
30	54,93%

Tabla 16. Porcentajes sobre el criterio de Penetración. Fuente: elaboración propia.

Alcance	Porcentajes
120	53,46%
105	19,63%
40	19,63%
30	7,23%

Tabla 18. Porcentajes sobre el criterio Alcance. Fuente: elaboración propia.

Penetración	Porcentajes
120	54,38%
105	30,07%
40	12,78%
30	4,77%

Tabla 19. Porcentajes sobre el criterio de Cadencia. Fuente: elaboración propia.

4.2.4 FASE 5. OBTENER LOS RESULTADOS PARA EL FUTURO ANÁLISIS

Una vez la secuencia esta completada, se obtienen todos los porcentajes necesarios para hacer el cálculo final. Dicho cálculo se realiza con una operación de multiplicación de matrices: la primera matriz, contiene los porcentajes de importancia de los criterios mientras que, la segunda, está conformada por cuatro (4) filas y cuatro (4) columnas las cuales contienen cada una los porcentajes de los calibres hacia cada criterio. Con esta operación obtenemos el porcentaje final de la metodología que es lo que se necesita obtener.

Los resultados obtenidos con esta operación y, por tanto, los resultados finales del estudio de la elección del calibre que aportan el análisis cuantitativo al proyecto son los siguientes. (véase Tabla 20)

120	36,61%
105	17,40%
40	37,17%
30	8,82%

Tabla 20. Resultado final de la elección del calibre óptimo bajo los criterios planteados. Fuente: elaboración propia.

Debido a los resultados obtenidos al finalizar la metodología cuantitativa AHP se plantean dos candidatos significativos como calibres óptimos en el arma de caballería. Como se puede observar en la Tabla 20, la diferencia de los resultados es muy pequeña en cuanto a porcentajes, por lo que se plantea realizar un estudio de ambas opciones para tomar una decisión final. Con la finalidad de saber la mejor opción se plantea este proceso. (véase Tabla 21)

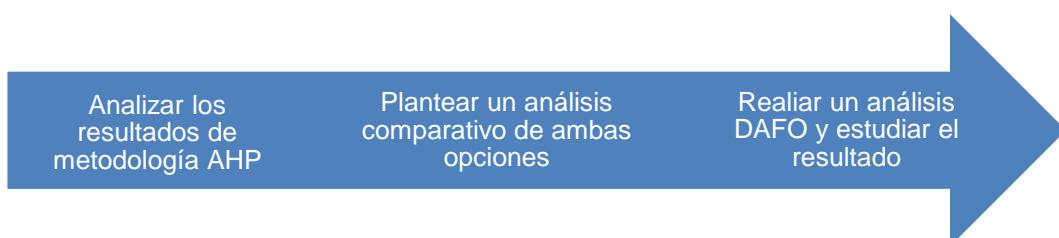


Tabla 21. Proceso de realización Análisis DAFO. Fuente: elaboración propia.



Tras la recepción de información acerca de las dos opciones (40 mm y 120mm), se hace un análisis de las diversas debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de ambas para poder hacer una comparativa más concreta de ambos calibres. [15] Como definición de ese análisis se plantean las diferentes características acerca del “calibre 40mm” (Tabla 23) y 120 mm (Tabla 23).

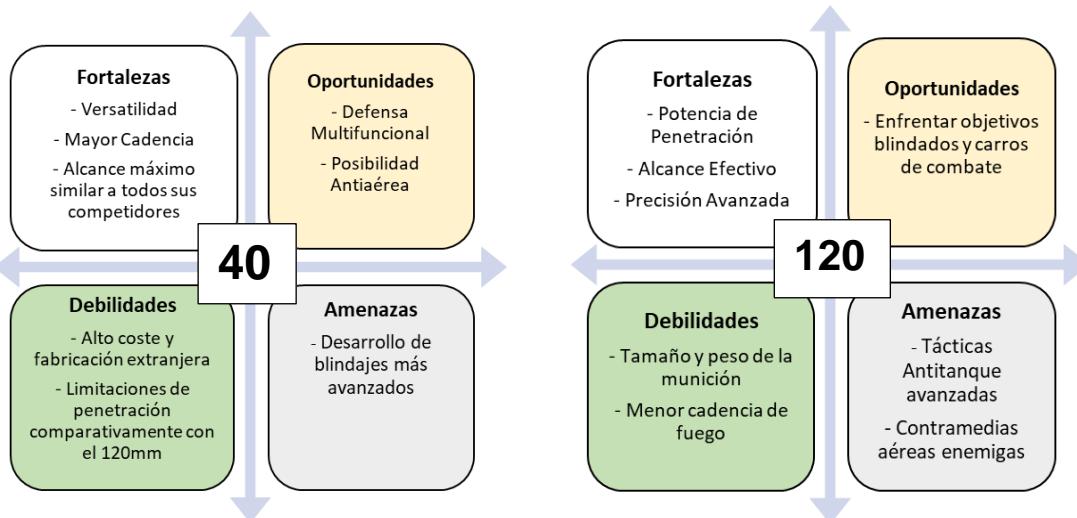


Tabla 22. Análisis DAFO del calibre 40mm.
Fuente: elaboración propia.

Tabla 23. Análisis DAFO del calibre 120mm.
Fuente: elaboración propia.

Para tener en cuenta la decisión, tomando estas diferentes características, hay que analizar las necesidades y las tendencias de los vehículos de reconocimiento actuales por culpa de que, para otros tipos de misiones, podría cambiar la valoración del calibre seleccionado. [15]

El análisis que se ha realizado en este proyecto define objetivamente³³ que el calibre que mejor se adapta a las necesidades de la especialidad fundamental de caballería es: el calibre de 40 mm. Este calibre es una innovación³⁴ bastante importante por lo que supone en el vehículo: cambia radicalmente el concepto del VRCC ‘Centauro’ con su cambio en el armamento principal. [7]

Es una reforma bastante significativa, pero a la vez necesaria, por las nuevas necesidades que se plantean de movilidad y versatilidad ya que aporta una mejora tanto en penetración³⁵ (factor clave en la neutralización de objetivos) como en cadencia (criterio fundamental en el arma de caballería que nos aporta fluidez a la hora de realizar el disparo y seguridad en el proceso de carga de munición debido a que no es munición eslabonada que posee bastantes interrupciones y ralentiza el disparo).

³³ Se ha utilizado una metodología en forma de “embudo” debido a que se ha hecho primero una selección concreta de calibres y, posteriormente, una selección más precisa de qué se precisa para la elección.

³⁴ La innovación de este calibre viene ya repetidas veces planteada por diferentes memoriales e informes de experto en armamento. Este proyecto ha conseguido utilizar metodología cuantitativa para basar sus conclusiones en este calibre.

³⁵ Mejora con respecto a lo que se tiene en la actualidad. Aunque se tiende a pensar que reduciendo el calibre se pierde penetración, en este caso no es así debido a la munición asociada.



5. PROPUESTA Y CONCLUSIONES

5.1 PROPUESTA

Tras la obtención de diferentes conclusiones y, con el análisis de los resultados de las metodologías realizadas en el presente trabajo, (ver apartado 4) se proponen diversas propuestas acordes al objetivo principal del proyecto que recae su peso en: actualización de la plataforma y análisis del calibre óptimo para el vehículo.

5.1.1 BARCAZA

La metodología clave para desarrollar una propuesta óptima, útil y beneficiosa para el vehículo ha sido la encuesta donde se ha podido organizar todas las necesidades por parte de los integrantes del arma de Caballería. Para poder alcanzar el objetivo de crear unas mejoras con un presupuesto para todo el Ejército de Tierra, se adjuntan las siguientes mejoras como una propuesta a la necesidad detectada.

1. Cámaras de ayuda a la conducción: (véase Ilustración 27)

- *Problema:* El conductor es un miembro fundamental y especializado de la tripulación. El deseo de que se realice una conducción fluida y rápida con las escotillas cerradas es ambicioso. Esto es así a causa de que el conductor no precisa de una ayuda extra para el guiado e identificación de amenazas. Se plantea la implementación de unas cámaras que permitan al conductor la mejora en dos aspectos importantes: el primero, una posición más ergonómica a la hora de conducir durante un periodo largo de tiempo lo que le proporcionan una mayor comodidad y, segundo, una mejora de la capacidad visual 360 grados para tener una percepción del entorno real.

Actualmente, para ayudar a la visión nocturna el conductor dispone de unas gafas de visión nocturna acoplables a uno de los periscopios que hace que la posición de conducción sea forzada.

- *Solución:* instalación de dos cámaras para la ayuda a la conducción con un repetidor en forma de pantalla de en torno a 7-9"³⁶ dentro del habitáculo del conductor que permita la visión clara y, no sea obstaculizada por el volante. Las cámaras permitirán la visión posterior y anterior del terreno.
- *Presupuesto:* 33.398,00 EUR (sin IVA) incluidas las dos cámaras

2. Mejoras en el Sistema de Frenado:

- *Problema:* como se ha analizado en el proyecto, el sistema de frenado es uno de los fallos más comunes en el vehículo en estudio por lo que es necesario un cambio en dicho sistema.

El sistema funciona con un sistema “retarder”³⁷ que actúa como complemento al sistema de frenado convencional. Este sistema tiene como objetivo alargar la vida útil del sistema convencional, lo que proporciona una mayor seguridad en el frenado. Se controla desde un micro interruptor ubicado en los pedales.

³⁶ Las medidas de las pantallas se miden con la diagonal de la pantalla en la medida de pulgada. La conversión oficial al sistema internacional es: 2,54 cm son 1 pulgada.

³⁷ El sistema retarder es un sistema típico en vehículos pesados y blindados debido a que permite una mayor seguridad y control en el frenado. El funcionamiento se basa en aprovechamiento de la resistencia generada por el mismo motor del vehículo por lo que convierte la energía del motor en resistencia ralentizando gradualmente el vehículo sin desgastar los frenos convencionales.



- *Solución:* el micro interruptor citado es el objeto de mejora dado que, en caso de avería, provocaría un uso excesivo del Sistema convencional de frenada. La implementación de un segundo micro interruptor en paralelo para duplicar el control sobre el “retarder”, es de gran utilidad para provocar el no uso excesivo del Sistema de frenado convencional.

- *Presupuesto:* 4.592,00 EUR (sin IVA)

3. Aforadores de Combustible:

- *Problema:* el Sistema de aforadores de combustible, como se ha observado, es una avería común (véase Apartado 4.1.1.2 Averías más comunes en la plataforma). El recambio de estos aforadores es un imposible en consecuencia de que están obsoletos en el mercado, por lo que muchos de los vehículos utilizan una varilla de nivel³⁸ para comprobar el combustible.
- *Solución:* implementación de dos aforadores (uno por depósito) que contienen un sensor magnético³⁹. Nos aporta el nivel, tanto del depósito principal como del de reserva, en el panel de instrumentos del conductor.

- *Presupuesto:* 9.970,00 EUR (sin IVA)

4. Sistema de Calefactor Auxiliar:

- *Problema:* como se ha podido deducir de las encuestas, el usuario no utiliza el sistema por inoperatividad. Desde el punto de vista de mantenimiento, el calefactor se encuentra obsoleto lo que plantea la necesidad de un cambio.
- *Solución:* existe la necesidad de adquisición de un nuevo sistema de calefacción auxiliar para dar cobertura a todas las cámaras del vehículo, incluida la cámara de transporte en la parte trasera de la barcaza.
- *Presupuesto:* 7.524,00 EUR (sin IVA)

Nota: todos los presupuestos han sido obtenidos del Parque y Centro de Mantenimiento de Sistemas Acorazados nº2⁴⁰ ubicado en Segovia encargado de la implantación de mejoras y mantenimiento de la plataforma en estudio.

5.1.2 ARMAMENTO PRINCIPAL

El proyecto ha sido útil para poder determinar que el calibre de 40 mm es el que más se adapta a las necesidades y funciones actuales de la especialidad fundamental de Caballería, lo cual es el objetivo principal del presente Trabajo de Fin de Grado. [22] Una vez se obtiene el tipo

³⁸ Hay dos métodos para saber la cantidad de combustible que hay sin aforadores: la varilla con diferentes niveles se introduce dentro de los depósitos o, la utilización del cuentakilómetros parcial, los cuales se ponen en 0 kilómetros cuando se llena el depósito y, contando los kilómetros con el consumo medio de la plataforma, se puede estimar el combustible del que se dispone.

³⁹ El sensor magnético es el encargado de controlar y medir la precisión del nivel de combustible en el depósito. Funciona con la detección de una boya dentro del tanque de combustible y convertir esa información en una señal eléctrica que es enviada al panel de instrucciones del conductor. El mecanismo de uso es mediante una interacción de imanes y campos magnéticos.

⁴⁰ Este centro logístico es lo que se considera el cuarto escalón de mantenimiento de los vehículos.



de calibre a utilizar en el vehículo blindado, se plantean las diversas posibilidades dentro del mercado internacional y las nuevas tecnologías que se van desarrollando.

El cañón CT40 (véase Ilustración 14) representa la vanguardia de la tecnología de armamento de 40mm y se destaca como la opción superior en el mercado actual. [23] La empresa CTA Internacional, empresa nacida de la unión entre la empresa británica “BAE Systems” y la francesa “Nexter” en el año 1994, fue la creadora de este sistema que contiene el cañón de 40mm el cual está dominando en los nuevos proyectos de vehículos de combate [19] en los países mencionados con anterioridad y, que está siendo principal estudio por potencias internacionales: Israel y Estados Unidos han realizado varios estudios para intentar mejorar las prestaciones de este innovador sistema.

Las características y prestaciones de este armamento van desde la defensa antiaérea hasta la neutralización de amenazas terrestres. Por culpa de esto, se posiciona como un componente indispensable en el arsenal de unas Fuerzas Armadas modernas. Las características técnicas de este cañón (CT-40) que forma parte del Sistema de Armamento Cased Telescoped (CTAS) de 40mm es lo que hace que tenga una gran relevancia militar.

Aspectos técnicos del sistema CTAS-40, (véase Tabla 24. Características técnicas del sistema CTAS-40. Fuente: BAE System)

Característica	Valores
Calibre en uso	40 milímetros (mm)
Volumen de la munición	65 x 255 milímetros (mm)
Peso de la munición	Oscilan entre 3000 g (gramos) y 1900 g (gramos)
Cadencia de tiro	200 disparos/min
Capacidad de disparo	Dos (2) tipos de munición seleccionables en menos de tres (3) segundos
Fiabilidad	Más de 98% (noventa y ocho por ciento)
T^a de seguridad	Más de 98% (noventa y ocho por ciento)
Vida del tubo	Diez mil (10.000) disparos

Tabla 24. Características técnicas del sistema CTAS-40. Fuente: BAE Systems

La munición asociada a este sistema es la principal característica que le aporta el aspecto innovador y, lo que le dota de los aspectos más importantes. La munición de la que se habla es: “Munición Encapsulada o Telescopica”. Se caracteriza por un diseño compacto y eficiente que, a parte de las aportaciones en el campo de batalla, mejora también las diferentes acciones logísticas, ya que la reducción, tanto de volumen como de peso, facilitan esta actividad. Se puede ver la comparativa en la imagen adjunta la cual es una comparación con otras municiones convencionales de calibres similares. (véase Ilustración 3ANEXO 7. SISTEMA CTAS-40)



Ilustración 3. Comparativa de municiones convencionales con munición telescopica. Fuente: Memorial de Caballería 88.

Asimismo, aparte de los aspectos técnicos de la munición, cabe destacar los diferentes tipos de la misma que permiten una gran versatilidad en el disparo y, por tanto, la capacidad de enfrentarse a todo tipo de objetivos en combate. Específicamente, este cañón tiene asociadas 5 tipos de municiones diferentes, tanto perforantes subcalibrada⁴¹ APFSDS-T (véase Ilustración 15. Características técnicas de munición APFSDS-T. Fuente: CTA International.) como perforantes con capacidad de perforación gracias a una detonación en el momento de impacto. La capacidad ‘antiaérea’ la aporta la munición Air Bush GPR-AB-T (véase Ilustración 17), que provoca un efecto ráfaga de aire para batir una zona incluso en desenfilada, o la munición A3B contra aeronaves e UAV.

Por último, se debe explicar el funcionamiento del proceso de disparo automático (véase Ilustración 4) que, gracias a que esta munición no se encuentra eslabonada⁴², es muy fiable y reduce significativamente las interrupciones en el proceso. El funcionamiento se basa en un giro del cierre quien se encarga de la recogida del proyectil para, seguidamente, introducirlo en la recámara donde el propio cañón lee la munición que se está introduciendo. Finalmente, hace los cálculos apropiados y realinea el cañón para efectuar el disparo. La secuencia al completo se puede visualizar en la Ilustración 4.

⁴¹ La munición subcalibrada es aquella que posee un menor diámetro que el calibre estándar del armamento que se dispara. Tiene un uso donde se busca lograr una mayor velocidad, precisión y penetración en el objetivo.

⁴² Las armas automáticas o semiautomáticas suelen contener una munición interconectada con enlaces o eslabones metálicos. Esta munición se une por ejemplo en vehículos como el VCI Pizarro o el Vehículo de Exploración de Caballería (VEC).

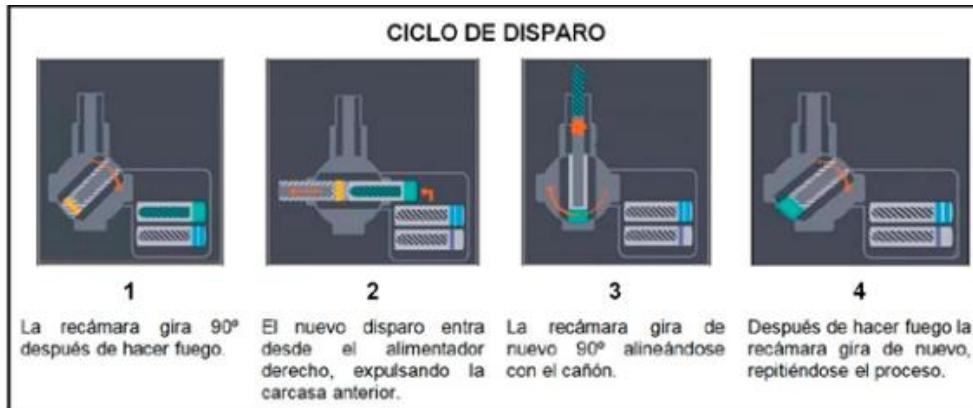


Ilustración 4. Proceso de disparo con el sistema CTAS-40. Fuente: Memorial de Caballería 88.

5.2 CONCLUSIONES

En el presente apartado se desarrollan las diferentes conclusiones del Trabajo de Fin de Grado que se ajustan a los resultados analizados, en lo que respecta al armamento principal y la barcaza del VRCC ‘Centauro’, así como las líneas futuras de investigación que pueden ser de interés para proyectos posteriores.

Las principales conclusiones se han extraído de la metodología cualitativa “la encuesta”, considerando que los resultados que se han obtenido han sido corroborados por dichos expertos encuestados.

- 1) La especialidad fundamental de Caballería está basada en la movilidad y rapidez, por lo que es necesario que el armamento principal de sus vehículos posea una gran cadencia para explotar la velocidad de los recursos materiales de los que está dotada. La conclusión está basada en el subobjetivo uno (1).
- 2) La función logística⁴³ es algo para tener en cuenta dentro del marco en zona de operaciones visto que se encargan del municionamiento y suministro de víveres, por tanto, es necesario facilitar esta maniobra. La munición de calibres mayores posee mayor peso y volumen lo que puede dificultar el proceso logístico.
- 3) Un vehículo blindado basado en ruedas, como es la plataforma en estudio, no puede soportar con su armamento principal actual la energía⁴⁴ que se genera en el disparo de munición ‘tipo flecha’ perforante. Un calibre menor es necesario para poder hacer uso de este tipo de munición. Esta conclusión al igual que la anterior, satisface lo planteado en el subobjetivo tres (3).
- 4) Los diversos estudios por potencias internacionales⁴⁵ decretan que las capacidades proporcionadas por el sistema CTAS-40 son difícilmente superables por calibres semejantes, lo que la hace única en el mercado. Con esta conclusión se ha alcanzado el subobjetivo número dos (2).
- 5) El diseño del cañón CT-40 hace que su centro de masas sea muy reducido. Esto tiene como consecuencia que es posible su instalación en cualquier torre. La instalación en nuestra

⁴³ La función de combate logística es la encargada de gestionar, planificar y planificar las operaciones militares en lo que respecta al movimiento de recursos materiales.

⁴⁴ La munición APFSDS desprende una energía que ronda los 24.000 N.

⁴⁵ Tanto el ejército de Estados Unidos como el de Israel han intentado mejorar las prestaciones de este sistema sin éxito. El primero plantea como única solución un calibre 50 (cañón XM913) creado por ellos mismos, pero sin emular las mismas capacidades y con un aumento de calibre que es lo que no se quiere implementar.



plataforma sería complicada, a causa de que se basa en un sistema eléctrico mientras que la actual torre del vehículo está basada en un sistema hidráulico. Logra plantear el subobjetivo número cinco (5).

- 6) La reducción del calibre del armamento principal tiene una repercusión directa en el peso del vehículo lo que reduciría el mismo y, por tanto, podría tener mayor velocidad en sus desplazamientos.
- 7) La cooperación con los países de Francia e Inglaterra para el tránsito de información y adquisición, sería fundamental para estudiar el montaje de la torre en la plataforma. No obstante, el factor económico puede ser una limitación en la adquisición de este nuevo armamento principal. Con todo y con eso, la renovación del vehículo estudiado en el proyecto es necesario y, su coste, está diferencialmente por debajo de la implementación de un nuevo blindado para Caballería lo que nos proporciona la viabilidad del estudio realizado.
- 8) El Ejército de Tierra español posee en desarrollo una nueva plataforma 8x8 'Dragón' que, posee en sus diseños, una torre con un armamento principal de 30mm. Este proyecto lleva sucesivos años desarrollándose sin concretar como será la torre implementada, lo que favorece la idea de hacer una reforma al VRCC 'Centauro'. Es una plataforma ya en uso en las unidades y que cubre las necesidades del arma.
- 9) Mucha de la instrucción que se desarrolla en el arma de Caballería es especialización de los propios conductores. Este personal tiene que hacer un curso de una duración mínima de dos (2) meses para poder sacarse el permiso de conducción. La reutilización de esta plataforma sería de gran utilidad para ahorrarse el tiempo de readaptación a otro vehículo y, el gasto que eso conlleva.
- 10) La duplicidad de los sistemas, con la finalidad de evitar que una avería pueda generar un fallo de inoperatividad, es una posibilidad de implantación para mejorar las prestaciones del vehículo (ej. Doble micro interruptor para el sistema "retarder").
- 11) El factor humano es un aspecto principal para desarrollar las misiones en zona de operaciones. La comodidad dentro del vehículo es imprescindible y, todas las facilidades que se puedan implementar deben ser objeto de estudio.
- 12) La ubicación de las cámaras debe ser analizada pues el movimiento de la torre y el ángulo de depresión del cañón puede dañar las cámaras.
- 13) El repetidor de las cámaras de ayuda a la conducción, ubicado en el habitáculo del conductor, debe instalarse en un sitio óptimo para que el conductor pueda observar la pantalla con facilidad y en una posición ergonómica.
- 14) Los vehículos se mueven por todo tipo de superficies y en toda climatología. Las cámaras por instalar deben poseer un sistema de limpieza de la lente. El barro o las gotas de lluvia pueden hacer que las cámaras estén inoperativas por suciedad. Las cuatro últimas conclusiones hacen referencia a mejoras en el apartado de barcaza, lo que aborda de manera efectiva el subobjetivo cuatro (4).

El estudio realizado se caracteriza por tener una flexibilidad lo que le hace extrapolable a:

- Otras plataformas que pretendan mejorar su barcaza o implementar un armamento principal más semejante a las necesidades de caballería
- Otros Ejércitos internacionales, que puedan adoptar la opción del "recall" para alargar la vida útil de sus vehículos.

Este proyecto tiene como objetivo que, en unas líneas futuras de investigación en el aspecto de armamento principal, se pueda hacer el estudio pormenorizado de la instalación del cañón propuesto dentro de la plataforma y, es susceptible de una mejora por nuevas necesidades o tendencias dentro de los conflictos modernos.

Todo Ejército que quiera conseguir que sus Fuerzas Armadas sean modernas y se adapten a las diferentes necesidades que van surgiendo a lo largo de los años, deberán desarrollar mejoras en todos los ámbitos y, actualmente, con la importancia adquirida de los vehículos de reconocimiento, consigue un mayor peso dentro de las prioridades del Ministerio de Defensa.

Nota: todos los subobjetivos que se mencionan en el presente apartado se encuentran en el apartado 2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE).



6. Bibliografía

- [1] Ministerio de Defensa, «Organizacion del Ejército de Tierra,» 27 Julio 2021. [En línea]. Available: <https://ejercito.defensa.gob.es/estructura/>. [Último acceso: 10 Septiembre 2023].
- [2] M. d. Defensa, «Materiales Ejército de Tierra. Armamento Pesado Vehículo de Combate,» [En línea]. Available: <https://ejercito.defensa.gob.es/materiales/>. [Último acceso: 5 septiembre 2023].
- [3] J. Fernández, «Veinte años del Centauro: el blindado del que España presume se está quedando obsoleto,» *El Confidencial*, 9 Mayo 2021.
- [4] M. d. A. y. Doctrina, «Manual Tripulación del VRCC "Centauro" MI-201,» 2015.
- [5] S. Rivas, «Pucará Defensa,» 29 Junio 2022. [En línea]. Available: <https://www.pucara.org/post/centauro-ii-velocidad-y-potencia-de-fuego-para-la-guerra-moderna>. [Último acceso: 28 Septiembre 2023].
- [6] M. d. Defensa, «Pliego de prescripciones técnicas: Apoyo al Mantenimiento de Vehículos de la Familia VRC Centauro,» 4 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/39e83b80-864f-4ee4-9116-1a63c4bc8880/DOC20200602110102025+PPT.pdf?MOD=AJPERES>. [Último acceso: 2 Octubre 2023].
- [7] C. D. A. G. Domínguez, «Tendencias 2020-2021.,» *Memorial de INFANTERÍA ESPAÑOLA*, vol. I, nº 84, p. 13, 2022.
- [8] Centro Virtual Cervantes, «Diccionario de términos clave de ELE: Metodología cualitativa,» [En línea]. Available: https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/diccionario/metodologiacualitativa.htm.
- [9] Equipo Editorial, Etecé, «Método cuantitativo,» Editorial Etecé, 16 julio 2021. [En línea]. Available: <https://concepto.de/metodo-cuantitativo/>. [Último acceso: 16 septiembre 2023].
- [10] R. Saaty, *The Analytic Hierarchy Process-- What it is and how it is used*, Ellsworth Avenue, Pittsburgh: Pergamon Journals Lid, 1987.
- [11] E. A. Nantes, «L MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS PARA LA TOMA,» Departamento de Ciencias de la Administración- Universidad Nacional del Sur, 2019.
- [12] Ogorkiewicz, R.M, *TEchnology of Tanks*, IHS Jane's Information Group, 2015.
- [13] S. L. Zagola, *M1 Abrams vs T-72 Ural: Operation Deser Storm 1991*, Osprey Publishing, 2011.
- [14] A. y. F. A. Revista Digital sobre Defensa, «El Futuro del VCR-105 Centauro,» 10 mayo 2021. [En línea]. Available: <https://www.revistaejercitos.com/2021/05/10/el-futuro-del-vcr-105-centauro/>. [Último acceso: 3 octubre 2023].
- [15] MADOC, «Tendencias 2018-2019, Caballería,» vol. II, p. 40, 2020.



- [16] A. d. Caballería, «Memorial de Caballería,» vol. 2^a época, nº 65, p. 100, 2008.
- [17] InfoDefensa, «Cohemo y SDLE mantendrán la flota de vehículos Centauro del Ejército de Tierra,» 30 octubre 2022. [En línea]. Available: <https://www.infodefensa.com/texto-diarario/mostrar/4048688/cohemo-sdle-mantendra-vehiculos-centauro-ejercito-tierra#>. [Último acceso: 3 octubre 2023].
- [18] T. d. p. GC, «velocidad de giro, peso y longitud del cañón,» 10 Abril 2021. [En línea]. Available: <https://tiradoresprecision.com/velocidad-de-giro-peso-y-longitud-del-canon/>. [Último acceso: 3 octubre 2023].
- [19] A. d. Caballería, «Memorial de Caballería,» vol. 2^a época, nº 88, p. 132, 2019.
- [20] A. d. Caballería, «Memorial de Caballería,» vol. 2^a época, nº 95, p. 123, 2023.
- [21] Trubia, «MUNICION PARA CARROS DE COMBATE (III),» 18 abril 2010. [En línea]. Available: <http://circulotrubia.blogspot.com/2010/04/mucion-para-carros-de-combate-iii.html>. [Último acceso: 3 octubre 2023].
- [22] *Discover CTA International state-of-the-art 40mm weapon system for land vehicles & naval platforms.* [Película]. DefenseWebTV, 2022.
- [23] J. Fernández, «El cañón que puede 'desatar' el polémico programa del blindado español,» *El Confidencial*, 7 diciembre 2020.
- [24] Maxima, «Maxima. Un sistema de álgebra computacional,» 15 4 2022. [En línea]. Available: <https://maxima.sourceforge.io/es/index.html#:~:text=Maxima%20es%20un%20sistema%20para,%2C%20vectores%2C%20matrices%20y%20tensores..> [Último acceso: 19 octubre 2023].
- [25] M. R. Riotorto, «Manual de Maxima 5.47.0,» [En línea]. Available: https://maxima.sourceforge.io/docs/manual/es/maxima_toc.html. [Último acceso: 2 octubre 2023].
- [26] Mando de Apoyo Logístico del Ejército, «Pliego de prescripciones técnicas. Objeto: "Adquisición de disparos APFSDS-T 120 mm Leporardo",» Madrid, 2022.
- [27] Ministerio de Defensa. Ejército de Tierra, «Resumen ejecutivo 'FUERZA 35',» [En línea]. Available: https://ejercito.defensa.gob.es/estructura/briex_2035/resumen_ejecutivo_fuerza_35.html. [Último acceso: 15 octubre 2023].
- [28] IVECO-OTO MERALA, «CENTAURO II,» [En línea]. Available: <https://www.iveco-otomelara.com/wheeled/centauroll.php>. [Último acceso: 15 septiembre 2023].
- [29] M. Charte, «Guerra de Ucrania | Análisis Lecciones militares de la guerra: pocas novedades en armas, digitalización del campo de batalla y fallos del Ejército ruso,» RTVE, 9 mayo 2022. [En línea]. Available: <https://www.rtve.es/noticias/20220509/guerra-ucrania-rusia-armamento-tacticas-estrategia/2346210.shtml>. [Último acceso: 29 septiembre 2023].



DOCUMENTO DE ANEXOS

En esta sección se presentan los anexos correspondientes, diseñados para proporcionar aclaraciones adicionales sobre distintos aspectos, así como, información suplementaria relacionada con las metodologías empleadas y los métodos utilizados para la obtención de datos.

ANEXO 1. ORGANIZACIÓN ET Y CABALLERÍA

El objetivo del presente anexo es plantear de una manera más global la organización del Ejército de Tierra (ET) y, donde se encuentran las unidades de Caballería en dicho organigrama. Primero, se presenta la organización más general donde se ve la situación actual del ejército donde las unidades operativas de Caballería se encuentran encuadradas en “La Fuerza”. (véase Ilustración 5).



Ilustración 5. Organización actual del Ejército de Tierra. Fuente: Web oficial del MINISDEF.

A continuación, se puede visualizar una organización más centrada dentro de la Fuerza Terrestre (FUTER) donde se pueden observar los diferentes Regimientos y Grupos del arma.

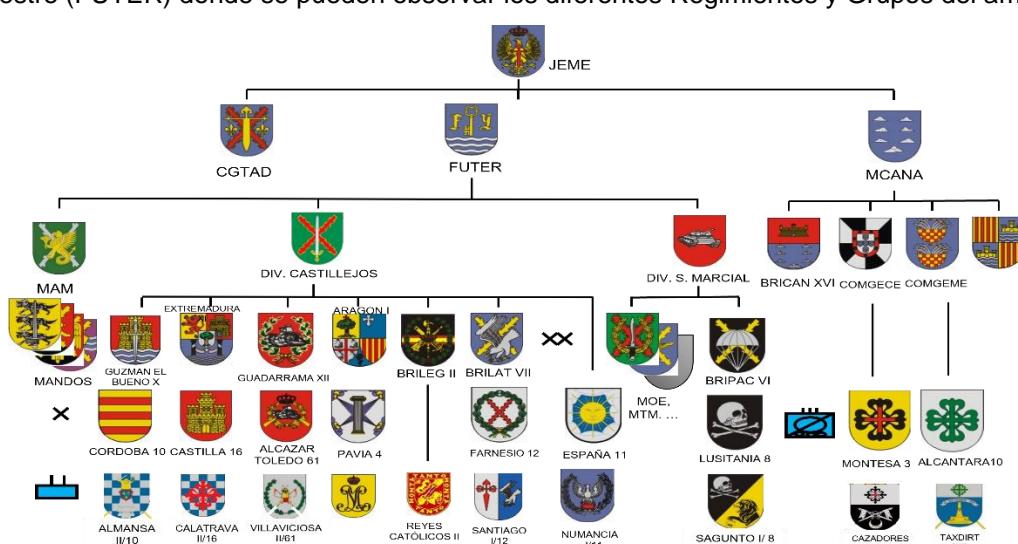


Ilustración 6. Organización del Ejército de Tierra del arma de Caballería. Fuente: apuntes de Combate de la Caballería.



ANEXO 2. ENTREVISTAS

El presente anexo presenta las preguntas de las entrevistas realizadas y la ficha personal de los entrevistados sin las transcripciones de estas debido a reservar la opinión del personal la cual se pueden sacar de las conclusiones obtenidas en la información desarrollada a lo largo del punto 4 (4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS).

ENTREVISTADO 1

- Empleo: Subteniente
- Destino: Unidad de Servicios de Acuartelamiento (USAC) "Santa Bárbara" (Murcia)
- Fecha: 20 de septiembre de 2023
- Objetivo: Modernización y actualización de barcaza y armamento principal de la plataforma VRCC 'Centauro'.

ENTREVISTADO 2

- Empleo: Capitán
- Destino: Parque y Centro de Mantenimiento de Sistemas Acorazados (PCMASA) N.º 2
- Fecha: 20 de octubre de 2023
- Objetivo: Modernización y presupuesto de mejoras de la barcaza de la plataforma VRCC 'Centauro'.

PREGUNTAS PLANTEADAS EN LA ENTREVISTA

Primero de todo empezamos la entrevista por la parte del armamento principal con una serie de preguntas relacionadas con las tendencias internacionales y el calibre del cañón.

1. La Guerra de Ucrania ha afectado a muchos países y puesto en vilo cierta defensas internacionales. Los países del viejo continente se han dado cuenta de que se necesita invertir en defensa y estudiar un nuevo combate convencional, ¿usted cree que ha sido el primer gran cambio en la visión internacional en el siglo XXI?

2. Después de los diversos análisis de la Guerra de Ucrania y viendo los combates que se desarrollan en la actualidad, ¿ve un cambio de tendencia en el arma de Caballería?

3. España tiene una tendencia de implementar un nuevo Centauro 2.0 con un calibre superior al que posee en la actualidad. Es importante saber que ya poseemos en doctrina un vehículo como es el Leopard 2E que utiliza este calibre, ¿piensa que es un calibre adecuado para la misión de Caballería?

4. Algunas potencias ven cada día mejor posibilidad el implementar el calibre de 40mm en sus vehículos blindados, ¿qué aportación nos da este tipo de calibres más pequeños?

5. Si hablamos de calibres y cañones debemos hablar de la munición asociada a estas. Existen diferentes tipos de municiones cada vez más modernas como la "munición telescopica o encapsulada", ¿Qué nos aporta esta nueva tecnología?



Pasamos a la segunda parte de la entrevista, las preguntas sobre la barcaza.

6. Hay muchas potencias mundiales que utilizan el método “recall”. Este proceso consiste en la utilización de barcazas a las que se termina la vida útil y actualizarlas en lugar de hacer una plataforma nueva, ¿ve posible una implementación de este método en el Centauro?

7. La vida útil de este vehículo ha llegado a su fin y con él la caducidad de muchas de las tecnologías que posee la barcaza, ¿Cuáles son las implementaciones que plantearía para alargar esa vida útil y mejorar la plataforma?



ANEXO 3. PREGUNTAS Y RESULTADOS DE LA ENCUESTA

La plataforma utilizada para la realización de la encuesta de satisfacción con la plataforma VRCC ‘Centauro’ es [Formularios de Google: Generador de formularios en línea | Google Workspace](#). Es una aplicación informática la cual ha permitido crear una encuesta con diversidad de preguntas tanto abiertas como cerradas de varias opciones. Esta encuesta se ha distribuido como un enlace a la muestra estudiada vía correo electrónico o aplicaciones para móviles.

3.1 PREGUNTAS PLANTEADAS

Este formulario tiene como objetivo el implemento de nuevas modernizaciones para la barcaza del VRCC Centauro para una mayor comodidad y facilidad en su uso así como una mejora de las prestaciones.

1. ¿A qué escala pertenece?

Marca solo un óvalo.

- Oficiales
- Suboficiales
- Tropa y Marinería

2. Empleo

Marca solo un óvalo.

- Coronel
- Teniente Coronel
- Comandante
- Capitán
- Teniente
- Suboficial Mayor
- Subteniente
- Brigada
- Sargento 1º
- Sargento
- Cabo Mayor
- Cabo Primero
- Cabo
- Soldado

Ilustración 7. Preguntas Encuesta de Satisfacción. Fuente: elaboración propia.



3. ¿Está destinado en una unidad que contenga Centauros en su flota?

Marca solo un óvalo.

- Si, pertenezco a un Escuadrón Acorazado en base a Centauros
- Si, pero no pertenezco a un Escuadrón Acorazado
- No, pero he estado destinado en una
- No, nunca he estado en una unidad con Centauros

4. Si usted fuera o es conductor, ¿Estaría/está contento con los elementos de visión que tiene?

Marca solo un óvalo.

- Si, estoy muy contento
- Si, pero implementaría mejoras
- No, necesitan una actualización urgente

5. Si la respuesta anterior es negativa, ¿Qué mejora o mejoras plantearía?

6. Es conocido las diferentes temperaturas que se sufren estando de maniobras, ¿El uso de la calefacción/aire acondicionado es óptimo?

Marca solo un óvalo.

- Si, se usa con frecuencia y es de gran ayuda
- Si, pero no se usa la mayoría de las veces por problemas técnicos
- No, no se usa por inoperatividad
- Otro: _____

Ilustración 8. Preguntas encuesta de satisfacción. Fuente: elaboración propia.



7. ¿Usted cree que la barcaza del VRCC Centauro es óptima para su función?

Marca solo un óvalo.

Si

No

Otro: _____

8. ¿Usted piensa que el vehículo necesita una modernización?

Marca solo un óvalo.

Si, tanto de barcaza como de torre

Si, pero solo de barcaza

Si, pero solo de torre

No

Otro: _____

Ilustración 9. Preguntas Encuesta de satisfacción. Fuente: elaboración propia.

3.2 RESPUESTAS DE LA ENCUESTA

El presente apartado refleja las diferentes respuestas relacionadas con la encuesta planteada. La muestra total ha sido de treinta y siete (37) persona, todas ellas pertenecientes al Ejército de Tierra (ET) y, concretamente, a la especialidad fundamental de Caballería a quienes iba dirigida la encuesta debido a que está relacionada con un vehículo propiamente del arma.

1. ¿A qué escala pertenece?

ESCALA PERTENECIENTE	RESPUESTAS	PORCENTAJE
OFICIALES	6	16,2%
SUBOFICIALES	13	35,2%
TROPA Y MARINERÍA	18	48,6%

Tabla 25. Respuestas referentes a la escala de los encuestados. Fuente: elaboración propia.

Número de respuestas: 37 de 37. Tasa total de respuestas: 100%



2. Empleo

EMPLEO	RESPUESTAS	PORCENTAJE
CORONEL	0	0,0%
TENIENTE CORONEL	0	0,0%
COMANDANTE	1	2,7%
CAPITÁN	1	2,7%
TENIENTE	4	10,8%
SUBOFICIAL MAYOR	0	0,0%
SUBTENIENTE	0	0,0%
BRIGADA	1	2,7%
SARGENTO PRIMERO	3	8,1%
SARGENTO	9	24,3%
CABO MAYOR	0	0,0%
CABO PRIMERO	1	2,7%
CABO	1	2,7%
SOLDADO	16	43,2%

Tabla 26. Resultados empleo de los encuestados. Fuente: elaboración propia.

Número de respuestas: 37 de 37. Tasa total de respuestas: 100%

3. ¿Está destinado en una unidad que contenga Centauros en su flota?

UNIDAD CON CENTAUROS EN SU FLOTA	REPUESTAS	PORCENTAJE
Si, pertenezco a un Escuadrón Acorazado en base a Centauros	32	86,5%
Si, pero no pertenezco a un Escuadrón Acorazado	5	16,5%
No, pero he estado destinado en una	0	0,0%
No, nunca he estado en una unidad con Centauros	0	0,0%

Tabla 27. Resultado referente a la unidad de destino de los encuestados. Fuente: elaboración propia.

Número total de respuestas: 37 de 37. Tasa total de respuestas: 100%

4. Si usted fuera o es conductor, ¿Estaría/está contento con los elementos de visión que tiene?

SATISFACCIÓN DEL CONDUCTOR	RESPUESTAS	PORCENTAJE
Si, estoy muy contento	1	2,7%
Si, pero implementaría mejoras	17	45,9%
No, necesitan una actualización urgente	19	51,4%

Tabla 28. Resultados satisfacción del conductor de VRCC 'Centauro'. Fuente: elaboración propia.

Número total de respuestas: 37 de 37. Tasa total de respuestas: 100%



5. Si la respuesta anterior es negativa, ¿Qué mejora o mejoras plantearía?

	REPUESTAS
PREGUNTA ABIERTA MEJORAS CONDUCTOR	32

Tabla 29. Número de respuestas de pregunta abierta. Fuente: elaboración propia.

Número de respuestas: 32 de 37. Tasa total de respuestas: 86,49%

Conclusiones relativas a la pregunta abierta:

- La implementación de ayudas a la conducción debe tener una prioridad alta dentro de las actualizaciones que se intenten desarrollar.
- La instalación de cámaras delanteras y traseras es la propuesta más común dentro de todos los encuestados. Alegan que otros vehículos como el modelo Leopard 2E ya la tienen desarrollada y en uso por lo que es una solución viable y útil.
- Las propuestas menos mencionadas son: instalación de sensores ante amenazas en los ángulos muertos y una mejora del asiento para mejorar la ergonomía y, por consiguiente, mejorar la perspectiva del terreno que influye directamente a la visibilidad y conducción.
-

6. Es conocido las diferentes temperaturas que se sufren estando de maniobras, ¿El uso de la calefacción/aire acondicionado es óptimo?

USO DE LA CALEFACCIÓN	RESPUESTAS	PORCENTAJE
Si, se usa con frecuencia y es de gran ayuda	5	13,5%
Si, pero no se usa la mayoría de las veces por problemas técnicos	18	48,6%
No, no se usa por inoperatividad	12	32,5%
Se usa con frecuencia y es de gran ayuda, pero hay vehículos concretos a los que no les funciona.	1	5,4%

Tabla 30. Respuestas referentes al uso de la calefacción. Fuente: elaboración propia.

Número total de respuestas: 36 de 37. Tasa total de respuestas: 97,30%

7. ¿Usted cree que la barcaza del VRCC Centauro es óptima para su función?

BARCAZA ÓPTIMA	RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	9	73,0%
NO	27	24,3%
Si, pero se le da un uso inapropiado al trabajar por caminos y campos a través	1	2,7%

Tabla 31. Respuestas referentes a la funcionalidad de la barcaza. Fuente: elaboración propia.

Número total de respuestas: 37 de 37. Tasa total de respuestas: 100%

8. ¿Usted piensa que el vehículo necesita una modernización?

MODERNIZACIÓN	RESPUESTAS	PORCENTAJE
Si, tanto de barcaza como de torre	28	75,7%
Si, pero solo de barcaza	4	10,8%
Si, pero solo de torre	5	13,5%
No	0	0,0%

Tabla 32. Respuestas referentes a la modernización de la plataforma.
Fuente: elaboración propia.

Número total de respuestas: 37 de 37. Tasa total de respuestas: 100%



ANEXO 4. PRESUPUESTO “STAR DEFENCE LOGISTECS & ENGINEERING” (SDLE)

Este anexo contiene la portada del documento de los presupuestos facilitados por la empresa civil “Star Defence Logistecs & Engineering” (SDLE) quien ha aportado las averías y el presupuesto de todos los vehículos tratados en los años 2021,2022 y 2023. De este documento se ha sacado información de primera mano para el desarrollo del apartado 4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS), concretamente en la realización del estudio en la parte de barcaza (4.1.1.2 Averías más comunes en la plataforma).

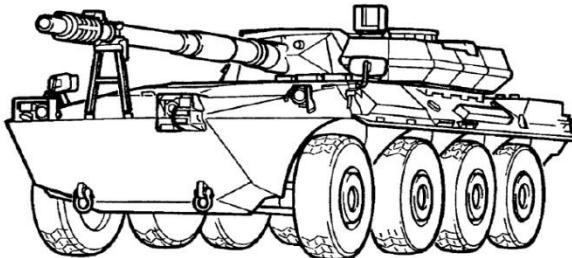
 SDLE 533 INFORME DE DIAGNOSIS /22 AM 20911 19 0622 00 <u>(CD 2021/ETSAE0906/00002451E)</u>	Star Defence Logistics & Engineering SL. Tel +34 914 989 196 Fax +34 916 977 657 Madrid - España		
OFERTA TÉCNICA PARA EL PROCESO DE DIAGNÓSTICO, MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE VARIOS VEHÍCULO DE RECONOCIMIENTO Y COMBATE CENTAUBRO (VRC-105) NOC: 2320-15-1621371			
			
PREPARADO POR:  Luis Gálvez	REVISADO POR:  Miguel A. Arias	APROBADO POR:  Raúl Pérez	APROBADO COMSE:
REVISIÓN 00	FECHA 30/08/2022	ALCANCE Establecido	

Ilustración 10. Portada documentación Diagnosis y Presupuesto Barcaza. Fuente: empresa 'SDLE'

La empresa ‘SDLE’ hace una ayuda al mantenimiento en todas las unidades que poseen ‘Centauros’ en su flota debido a que es de gran ayuda para la puesta a punto de los vehículos. Durante el periodo de prácticas se ha tenido la suerte de poder trabajar mano a mano las tripulaciones de los diferentes vehículos que se encontraban ingresados en el segundo escalón de mantenimiento y, por la información recibida, esta colaboración hace posible que los



escuadrones acorazados puedan desplegar en maniobras con la máxima cantidad de vehículos operativos.

La contratación de esta empresa no solo conlleva un aspecto mecánico, sino que también aportan en el trabajo de modernización de esta barcaza enfocados principalmente en el sistema de blindaje (protección) y la potencia de fuego (armamento principal y secundario). Mientras que este proyecto plantea un cambio de armamento, 'SDLE' trabaja en una mejora en la visión y en el alcance. [17]

ANEXO 5. CÁLCULOS WXMÁXIMA

La metodología cuantitativa utilizada, "Proceso Analítico Jerárquico" (AHP) requiere de unos cálculos matemáticos específicos los cuales se han realizado con el software de acceso libre WxMaxima. Es una herramienta informática que permite todo tipo de cálculo matemático tanto simbólicos o numéricos como expresiones algebraicas.

La versión utilizada es la 5.46.0 del 13 de abril de 2022⁴⁶. Este programa es descendiente de un desarrollo de finales de 1960 en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Más adelante, fue actualizado y mantenido por William Shelter hasta su muerte donde se han ido modernizando y adaptando el sistema a los nuevos conocimientos matemáticos. [24]

Los cálculos y la explicación de la metodología vienen mostradas en las siguientes ilustraciones. Las ilustraciones muestran el proceso de cálculo de la importancia de criterios (véase explicación de metodología)

Información adicional: todos los comandos utilizados provienen del "Manual de Maxima 5.47.0". [25]

Se va analizar la importancia que tienen los cuatro (4) factores elegidos para decidir que calibre utilizar en el vehículo.
Para ello se va a utilizar el método cuantitativo: "Proceso Matemático Jurídico (AHP)".
Los factores elegidos son: Penetración, Tipo de Munición asociada, Cadencia , Alcance.

1. Creamos la matriz de importancia según los datos analizados siendo el orden establecido en la matriz el planteado con anterioridad:

Criterios: matrix([1,1/4,6,7],[4,1,5,8],[1/6,1/5,1,3],[1/7,1/8,1/3,1]);

$$\begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{4} & 6 & 7 \\ 4 & 1 & 5 & 8 \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{5} & 1 & 3 \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{8} & \frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix}$$

2. Elevamos esa matriz a 100 para obtener el punto de equilibrio donde se establecen los valores:

Criterios: Criterios^^100;

700957972805444622157174694823[92 digits]873461371211618905707002416069 43265293913950037538889922632212101783858347425085163850002834551172506137007239362248704	239860774525510546842778213914[93 digits]8759879989650 30285705739765026277222945842548471248700843197559614695001984
613464013355579693981169457907[92 digits]994597671745258518910689402825 1892856608735141423264341151592794530438026998474759184376240116137971434940667220983808	479819933277312334633629736241[93 digits]3355076331757 30285705739765026277222945842548471248700843197559614695001984
317379990854630765692282884993[92 digits]499746524226824207688601190655 64897940870925056308334883948318152675787521137627745775004251826758759205510859043373056	565647102034044435182175129835[90 digits]3673704635281 2366070760919142677908042643940909316304753374809344898047036

Ilustración 11. Primeros pasos de los cálculos WxMaxima. Fuente: elaboración propia.

⁴⁶ Es la versión más actualizada hasta la fecha de realización del proyecto (setiembre-octubre de 2023).



3. Sumamos los valores asociados utilizando una matriz de una sola columna para sumar las filas:

Criterios.[1,1,1,1]:

728461604451769152968061035012[92 digits]152604676761216281373135723679
4206348019411809205169853589242843228986228221883279818750275581363993652209037160218624
104919984260406533881792428027[95 digits]715870160622987237541345713903
302857057397650262772229458425484712487008431975596146950019841858207542959050675535740928
474959656231990742414832481429[94 digits]560472514996215001884008941239
908571172192950788316688375276454137461025295926788440850059525574622628877152026607222784
325087592532826047061927136279[95 digits]076615539793240854991437421891
12719996410701311036433637253870357924454354142975038171900833358044716804280128372501118976

4. Sumamos todos los valores anteriores para poder tener una cantidad total y poder calcular el porcentaje:

[1,1,1,1].%;

281464383039142126964940413234[95 digits]128382223030509249276537444017
471110978174122630979023601995198441646457560850927339700030865112767289047412161944485888

5. Dividimos cada fila por el total anterior para poder obtener el porcentaje de cada criterio:

Criterios.[1,1,1,1]/(%);

815876996985981451324228359214[94 digits]091723797256223513791201052048
281464383039142126964940413234[95 digits]128382223030509249276537444017
146887977964569147434509399238[96 digits]022182248721821325578839994642
253317944735227914268446371910[96 digits]155440007274583243488836996153

Ilustración 12. Segunda parte de los cálculos de WxMaxima. Fuente: elaboración propia.

5. Dividimos cada fila por el total anterior para poder obtener el porcentaje de cada criterio:

Criterios.[1,1,1,1]/(%);

815876996985981451324228359214[94 digits]091723797256223513791201052048
281464383039142126964940413234[95 digits]128382223030509249276537444017
146887977964569147434509399238[96 digits]022182248721821325578839994642
253317944735227914268446371910[96 digits]155440007274583243488836996153
664943518724787039380765474001[95 digits]846615209947010026376125177346
759953834205683742805339115732[96 digits]466320021823749730466510988459
325087592532826047061927136279[95 digits]076615539793240854991437421891
759953834205683742805339115732[96 digits]466320021823749730466510988459

6. Obtenemos el resultado en forma decimal:

float(%);

0.2898686463191049
0.5798561887042739
0.08749788326547453
0.0427772817111467

Esta última Matriz nos aporta la importancia de cada factor en porcentajes siendo el resultado:

- Penetración: 28,99 %
- Tipo de Munición: 57,99 %
- Cadencia: 8,75 %
- Alcance: 4,28 %

Ilustración 13. Última parte de los cálculos de WxMaxima. Fuente: elaboración propia.



ANEXO 6. COMPARATIVA MUNICIÓN 120mm VS 40mm

En este anexo se plantea una comparación en lo que respecta a las características técnicas de ambas municiones. Como se puede deducir dentro del proyecto, existen varios tipos de municiones asociadas a un calibre/ cañón por lo que se va a hacer una comparación teniendo en cuenta que se asocia cada calibre a los siguientes tipos de cañones. (véase Tabla 33)



Tabla 33. Cañones asociados a cada calibre que se han estudiado. Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la comparativa de la munición se hará el estudio comparativo con el mismo tipo de munición. La munición elegida es el proyectil APFSDS el cual sendos cañones poseen y así, se consigue una comparación más veraz. (véase Tabla 34)

CARACTERÍSTICA	120 mm	40 mm
Peso	8350 g	1900 g
Dimensiones	120 x 570 mm	65 x 255 mm
Capacidad de Penetración	650 mm acero a 2000 m	140 mm RHA a 1500 m
Alcance Efectivo	4000 m	> 2500 m
Velocidad de Salida	1605 m/s	1500 m/s
Dispersión	< 0,2 mrad	< 0,3 mrad

Tabla 34. Comparativa de munición APFSDS-T. Fuente: elaboración propia.

Nota: las características de las diferentes municiones se han obtenido de los diferentes fabricantes de estas. [26] [22]



ANEXO 7. SISTEMA CTAS-40

Este anexo tiene como objetivo brindar un análisis técnico detallado del sistema de armas seleccionado para la modernización del vehículo, así como de sus tipos de munición asociados. Se desglosarán minuciosamente los componentes, la arquitectura y las especificaciones técnicas del sistema, así como las características de cada tipo de munición. Este análisis profundo permitirá comprender la tecnología subyacente, la ingeniería y la mecánica del sistema de armas, así como sus capacidades balísticas y su efectividad en el campo.

La información técnica proporcionada en este anexo servirá como recurso esencial para evaluar el rendimiento y las posibles mejoras del sistema de armas, y también como referencia en investigaciones futuras en el ámbito de la tecnología de armas y vehículos militares. En resumen, este análisis técnico amplía significativamente nuestra comprensión del sistema de armas y sus municiones.

Primero, la Tabla 35 nos proporciona la información acerca de los componentes del sistema de armas propuesto.

Componente	Descripción
Cañón CT-40	Cañón de 40 mm, componente esencial del sistema. (véase Ilustración 14)
Sistema de manejo de municiones	Cargador sin eslabones que se adapta a cualquier torre lo que proporciona versatilidad y disminución de interrupciones.
Equipo de control de armas	Sistema de punterías y estabilización que garantiza alto rendimiento al realizar disparos en movimiento.
Montura del cañón	Adaptable para satisfacer las diversas necesidades de la torre donde se plantee implementarlo
CTAS-C (CTAS – Controller)	Unidad de control y coordinación del arma y sistema de suministro de energía. Su función optimiza el rendimiento de la precisión, la fiabilidad y seguridad del sistema.

Tabla 35. Componentes del sistema CTAS-40. Fuente: BAE Systems



Ilustración 14. Cañón CT-40 de calibre 40mm y sistema de municionamiento automático. Fuente: BAE Systems.

Por otro lado, se muestra las especificaciones técnicas de las diferentes municiones asociadas al sistema propuesto. Esta munición telescopica es lo que provoca que este sistema sea tan innovador y revolucionario.

La munición encapsulada o telescopica consigue unas capacidades únicas dentro del entorno de su calibre debido a la gran cantidad de masa⁴⁷ que posee. El sistema contiene seis (6) tipos de municiones asociadas. (véase desde Ilustración 15 hasta Ilustración 20).

APFSDS-T : Aleta perforante de armadura estabilizada descartando Sabot-Tracer

Mayor penetración a mayor distancia

El proyectil de tungsteno del APFSDS-T puede penetrar más de 140 mm de RHA (blindaje homogéneo enrollado) a 1.500 m, derrotando tanto a vehículos ligeros como a vehículos fuertemente protegidos con blindaje adicional avanzado.

CARACTERÍSTICAS	
DIMENSIONES	65 x 255 mm
MASA DE MUNICIONES	1900 g
MASA DEL PROYECTIL	550 g
VELOCIDAD DE SALIDA	> 1500 m/s
DISPERSIÓN	< 0,3 mrad
PERFORACIÓN	140 mm RHA a 1500 m
ALCANCE EFECTIVO	> 2500 m



Ilustración 15. Características técnicas de munición APFSDS-T. Fuente: CTA International.

⁴⁷ La energía cinética que marca la velocidad es directamente proporcional a la cantidad de masa que posee por lo que provoca que tenga una velocidad mucho mayor a todos los calibres cercanos a 40mm y, por lo tanto, obtener tanto más alcance como penetración.



KE-AB : Explosión de energía cinética

Munición de defensa aérea para derrotar amenazas aéreas

Aprovechando la probada tecnología Airburst, la munición KE-AB entrega una carga útil de perdigones de tungsteno con un efecto terminal direccional. Es particularmente eficaz contra todas las amenazas aéreas, así como contra ciertas aplicaciones terrestres, como la infantería o la óptica o las antenas de vehículos cegadores.



CARACTERÍSTICAS

DIMENSIONES	65 x 255 mm
MASA DE MUNICIONES	3000 g
MASA DEL PROYECTIL	1400 g
VELOCIDAD DE SALIDA	900 m/s
DISPERSIÓN	< 0,5 mrad
ALCANCE EFECTIVO	3500 m

Ilustración 16. Características técnicas de munición KE-AB. Fuente: CTA International.

GPR-PD-T : Proyectil de propósito general – Detonación puntual – Trazador

Munición de espoleta de retardo de impacto

Altamente efectivo contra estructuras reforzadas, tropas desmontadas y vehículos blindados ligeros. Rompe más de 210 mm de hormigón armado doble. La espoleta está optimizada para maximizar el efecto de fragmentación "detrás de la protección".



CARACTERÍSTICAS

DIMENSIONES	65 x 255 mm
MASA DE MUNICIONES	2400 g
MASA DEL PROYECTIL	980g
VELOCIDAD DE SALIDA	1000 m/s
DISPERSIÓN	< 0,5 mrad
PERFORACIÓN	> Hormigón de 210 mm a 1000 m > 15 mm RHA a 1000 m
ALCANCE EFECTIVO	2500 m

Ilustración 17. Características técnicas de munición GPR-AB-T. Fuente: CTA International.



GPR-KE-T: Ronda de Propósito General – Energía Cinética – Trazador

Este cartucho de energía cinética de calibre completo es la versión inerte del GPR-PD.

Solución rentable para atacar estructuras improvisadas, búnkeres y otros objetivos de bajo valor.

CARACTERÍSTICAS	
DIMENSIONES	65 x 255 mm
MASA DE MUNICIONES	2400 g
MASA DEL PROYECTIL	980g
VELOCIDAD DE SALIDA	1000 m/s
DISPERSIÓN	< 0,5 mrad
ALCANCE EFECTIVO	2500 m



Ilustración 18. Características técnicas de munición GPR-PD-T. Fuente: CTA International.

GPR-AB-T : Proyectil de propósito general – Explosión área – Trazador

Derrota a los objetivos a cubierto o atrincherados

Lanza una detonación de explosión aérea sobre el objetivo a una distancia de 60 a 2.500 m. Esta munición programable de alto explosivo está optimizada para efectos de fragmentación, proporcionando una cobertura de hasta 125 m² en el suelo o detrás de obstáculos. Es particularmente eficaz contra ciertas aplicaciones terrestres, como la infantería o la óptica o las antenas de vehículos cegadores.

El GPR-AB-T también puede funcionar en modo de detonación puntual.

CARACTERÍSTICAS	
DIMENSIONES	65 x 255 mm
MASA DE MUNICIONES	2400 g
MASA DEL PROYECTIL	980g
VELOCIDAD DE SALIDA	1000 m/s
DISPERSIÓN	< 0,5 mrad
PERFORACIÓN	> Hormigón de 210 mm a 1000 m > 15 mm RHA a 1000 m
ALCANCE EFECTIVO	2500 m



Ilustración 19. Características técnicas de munición GPR-KE-T. Fuente: CTA International.

**TP-T : Práctica de Tiro – Tracer**

Ronda de entrenamiento estándar

Esta munición de entrenamiento inerte reproduce la trayectoria balística de las municiones GPR-PD-T, GPR-KE-T y GPR-AB-T, lo que permite el entrenamiento en condiciones realistas.

CARACTERÍSTICAS	
DIMENSIONES	65 x 255 mm
MASA DE MUNICIONES	2400 g
MASA DEL PROYECTIL	980 g
VELOCIDAD DE SALIDA	1000 m/s
DISPERSIÓN	< 0,5 mrad



Ilustración 20. Características técnicas de munición TP-T. Fuente: CTA International.



ANEXO 8. IMÁGENES PROPIAS

El presente anexo muestra diferentes fotografías realizadas por el autor del mismo en las inmediaciones del cuartel donde se han realizado las prácticas externas (Base “San Jorge”), concretamente en las inmediaciones donde se encuentra el Escuadrón Acorazado I (EAC I) donde ha sido encuadrado durante el periodo de septiembre y octubre. Estas imágenes muestran el vehículo en estudio (VRCC ‘Centauro’) y las instalaciones y lugares donde se han realizado ejercicios de instrucción. Por otra parte, también se observan imágenes de las posibles mejoras planteadas (apartado 5.1.1 BARCAZA como por ejemplo las cámaras de ayuda a la conducción de las cuales han servido para sacar las conclusiones basadas en la experimentación.



Ilustración 21. Línea de vehículos EAC I. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 23. Tapa motor de la plataforma VRCC 'Centauro'. Segundo escalón de mantenimiento.
Fuente: elaboración propia.



Ilustración 22. Parte lateral del motor de VRCC 'Centauro'. Segundo escalón de mantenimiento.
Fuente: elaboración propia.



Ilustración 24. Planta del cañón Oto Melara 105 mm del vehículo. Segundo escalón de mantenimiento. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 25. Recámara del cañón Oto Melara 105 mm. Segundo escalón de mantenimiento. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 26. Práctica de remolque de dos vehículos. Línea de vehículos. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 27. Prototipo de cámara frontal de ayuda a la conducción. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 28. Cámara delantera ampliada. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 29. Prototipo de cámara trasera de ayuda a la conducción. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 30. Cámara trasera ampliada. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 31. Tablet de repetidor de imagen para ayuda a la conducción. Habitáculo del conductor.

Fuente: elaboración propia.



Ilustración 32. Refuerzo de protección de portón de baterías. Parte trasera del vehículo. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 33. Repostillo del EAC I lugar donde el autor del proyecto ha realizado las prácticas facilitando la realización del estudio sobre la plataforma VRCC 'Centauro'. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 34. Personal del EAC I en la finalización de una jornada de instrucción tras una marcha a pie de endurecimiento con su banderín rojo y el "león". Fuente: elaboración propia.