



Trabajo Fin de Grado

TÍTULO DEL TRABAJO: INTEGRACIÓN DE UN OBSERVADOR AVANZADO DE ARTILLERÍA EN UNIDADES ACORAZADAS

Nombre y apellidos del autor

Jose Francisco Rodríguez Gallardo

Director académico: Manuel Rodríguez Monserrat

Director militar: Ignacio Navarro García-Gutiérrez

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2023



Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a los miembros de la 2^a Compañía del Batallón “Mérida” por la acogida y el trato que he recibido en el período de tiempo que he estado realizando las prácticas en su unidad.

En segundo lugar, he de agradecer a mi director militar D. Ignacio Navarro García-Gutiérrez por su implicación y sus consejos para el desarrollo de este trabajo.

También querría reconocer la importancia que han tenido los directores académicos en la evolución del trabajo. Por esta razón, agradezco tanto a mi actual director D. Manuel Rodríguez Monserrat por su atención mostrada en el desarrollo del trabajo como a D. Antonio Luis Montealegre Gracia por sus recomendaciones iniciales.

En último lugar, me gustaría agradecer a mi familia por su apoyo mostrado a lo largo de estos años.

Título del trabajo

Nombre y apellidos del autor





RESUMEN

En la actualidad, los observadores avanzados que dan apoyo a las unidades acorazadas suelen hacer uso del Transporte Oruga Acorazado (TOA). Esto supone una serie de dificultades para este personal en el momento de ejecutar sus cometidos porque las capacidades de los TOA, pese a ser vehículos cadena, no se pueden asemejar a las capacidades del Leopard. Además, se ha de añadir que los medios dotados por el carro de combate son de gran utilidad para la observación y calificación del tiro.

Por estas razones, en este Trabajo de Fin de Grado (TFG) se ha propuesto la integración de un observador avanzado en unidades acorazadas, concretamente en un Leopard 2E. Para razonar los objetivos del trabajo se han utilizado diferentes metodologías entre las que se pueden destacar: Varias encuestas y entrevistas a el personal de la unidad, un análisis DAFO para estudiar los puntos positivos y negativos de integrar a el OAV en este medio, un análisis PERT que ha servido para saber las horas de I/A que necesita cada miembro de la tripulación, un análisis de riesgos para verificar el puesto que optimiza las funciones del observador y finalmente un estudio sobre la implementación del sistema Talos en el carro de combate.

Al inicio del trabajo se plasmaron una serie de objetivos a los que se iban a dar respuestas con este trabajo, pero conforme se avanzaba en la investigación fueron apareciendo otros objetivos a lo que había que darles solución. Finalmente, los resultados obtenidos por los estudios han sido de una gran ayuda para darles solución.

En última instancia, se ha llegado a unas conclusiones que podrían ser aptas para su implementación en cualquier unidad acorazada del Ejército español, ya que se ha tratado de un tema que puede ser de gran interés operativo para los mandos de estas unidades.

Palabras clave

Carros de combate

Observadores avanzados

Infantería

Estrategia militar



ABSTRACT

Currently, advanced observers providing support to armored units often rely on the Armored Tracked Carrier (ATC). This poses a series of challenges for these personnel when executing their tasks, as the capabilities of the ATC, despite being tracked vehicles, cannot compare to those of the Leopard. Additionally, it should be noted that the resources provided by the combat tank are highly useful for observation and target assessment.

For these reasons, in this Bachelor's Thesis (TFG), the integration of an advanced observer in armored units, specifically in a Leopard 2E, has been proposed. To justify the objectives of this work, various methodologies have been employed, among which the following can be highlighted: several surveys and interviews with unit personnel, a SWOT analysis to examine the strengths and weaknesses of integrating the advanced observer in this environment, a PERT analysis that determined the hours of training required for each crew member, a risk analysis to verify the position that optimizes the observer's functions, and finally, a study on the implementation of the Talos system in the combat tank.

At the outset of the project, a series of objectives were set out to be addressed through this work. However, as the research progressed, additional objectives emerged that needed solutions. Ultimately, the results obtained from the studies have been greatly instrumental in providing these solutions.

Finally, conclusions have been reached that could be suitable for implementation in any armored unit of the Spanish Army, as it addresses a topic of significant operational interest for the commanding officers of these units.

KEYWORDS

Tanks

Advanced observers

Infantry

Military Strategy



INDICE DE CONTENIDO

<i>Agradecimientos</i>	I
RESUMEN	III
<i>Palabras clave</i>	III
ABSTRACT	IV
KEYWORDS	IV
INDICE DE FIGURAS	VII
INDICE DE TABLAS	VIII
ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS:	IX
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 MOTIVACIÓN.....	1
1.2 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA	1
2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	2
2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE.....	2
2.2 METODOLOGÍA.....	2
3 EVOLUCIÓN HISTÓRICA	3
3.1 INFANTERIA ESPAÑOLA	3
3.1.1 INFANTERIA ACORAZADA	3
3.1.2 ORGÁNICA DE LAS PEQUEÑAS UNIDADES ACORAZADAS	4
3.1.3 MODERNIZACIÓN DE LOS CARROS DE COMBATE ANTE LOS ÚLTIMOS CONFLICTOS.....	5
3.1.4 CARRO DE COMBATE LEOPARDO 2E.....	6
3.1.5 TRIPULACIÓN DEL LEOPARDO 2E	7
3.2 OBSERVADORES AVANZADOS	8
3.2.1 SISTEMA TALOS	9
3.3 ANTECEDENTES.....	10



4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	11
4.1 ENTREVISTA.....	11
4.2 ENCUESTA.....	13
4.3 ANÁLISIS DAFO	15
4.4 ANÁLISIS PERT	17
4.5 ANÁLISIS DE RIESGOS	20
4.6 ANÁLISIS TÉCNICO	22
5 CONCLUSIONES.....	25
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Carro de combate Renault FT- 17 durante la Guerra civil española.	4
Figura 2. Orgánica de un Batallón de infantería acorazado (BICC). Fuente: PD4-100 (vol. 4)	4
Figura 3. Orgánica de una Compañía de infantería acorazada. Fuente: Memorial de Infantería Española Número 83	5
Figura 4. Leopardo 2E en Letonia. Fuente: El español.....	6
Figura 5. Telémetro láser LP-7. Fuente: MI-304	9
Figura 6. Carro alemán utilizado por un observador avanzado. Fuente: Twitter	10
Figura 7. Gráfico circular pregunta 1. Fuente: Elaboración propia	13
Figura 8. Gráfico circular pregunta 2. Fuente: Elaboración propia	13
Figura 9. Gráfico circular pregunta 3. Fuente: Elaboración propia	14
Figura 10. Gráfico circular pregunta 4. Fuente: Elaboración propia	14
Figura 11. Gráfico circular pregunta 5. Fuente: Elaboración propia	15
Figura 12. Cálculo EAD y ASD. Fuente: Departamento de Oficina de Proyectos UNIZAR	18
Figura 13. Matriz de impacto y probabilidad del carro de combate. Fuente: Elaboración propia.....	20
Figura 14. Matriz de impacto y probabilidad del jefe de carro. Fuente: Elaboración propia	21
Figura 15. Matriz de impacto y probabilidad del cargador. Fuente: Elaboración propia.....	21
Figura 16. Matriz de impacto y probabilidad del tirador. Fuente: Elaboración propia	21
Figura 17. Matriz de impacto y probabilidad del conductor. Fuente: Elaboración propia ...	22
Figura 18. Unidad de presentación del cargador. Fuente: MT6-051	23
Figura 19. Conexión cable a UPRC. Fuente: Elaboración propia	23
Figura 20. Fijación del adaptador a la torre. Fuente: Elaboración propia	24
Figura 21. Inversor de corriente. Fuente: Elaboración propia	24
Figura 22.Resultados visuales de la encuesta. Fuente: Elaboración propia	25
Figura 23.Resultados visuales del análisis de riesgos. Fuente: Elaboración propia	25



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis DAFO	16
Tabla 2. Cálculo de EAD y ASD del jefe de carro	18
Tabla 3. Cálculo de EAD y ASD del conductor	18
Tabla 4. Cálculo de EAD y ASD del tirador	19
Tabla 5. Cálculo de EAD y ASD del cargador	19
Tabla 6. Duración estimada de cada miembro de la tripulación	19



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS:

APS: Sistemas de Protección Activa

ASD: Desviación Estándar de la Actividad

BICC: Batallón de Infantería de Carros de Combate

CC: Carro de Combate

CICC: Compañía de Infantería de Carros de Combate

CIMA: Capacitación Integral para Mando de Unidades Acorazadas y Mecanizadas

CMT: Campo de Maniobras

COAF: Coordinador de Apoyos de Fuegos

DAFO: Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades

EAD: Duración Esperada de la Actividad

EMES: Periscopio de puntería del tirador

ET: Ejército de Tierra

FSE: Elemento de Apoyo de Fuegos

I/A: Instrucción y adiestramiento

NASA: Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio

NBQ: Nuclear, Biológica y química

OAV: Observador Avanzado

ONU: Organización de Naciones Unidas

OTAN: Organización del Tratado del Atlántico Norte

PERI: Periscopio panorámico del jefe de carro

PERT: Técnica de Evaluación y Revisión de Programa

RAC: Regimiento Acorazado

TFG: Trabajo de Fin de Grado

TOA: Transporte Oruga Avanzado

UE: Unión Europea

UNIZAR: Universidad de Zaragoza

UPA: Unidad de Potencia Auxiliar

UPH: Unidad de Potencia Hidráulica

UPRC: Unidad de Presentación del Cargador



1 INTRODUCCIÓN

1.1 MOTIVACIÓN

Con el transcurso del tiempo, los carros de combate han sufrido una gran evolución hasta nuestros días. La elección de este tema surge tanto de factores personales como académicos que incentivan un atractivo para el aprendizaje en este tipo de vehículos.

En primer lugar, se tratarán los factores personales. He tenido la oportunidad de estar integrado en el Regimiento Acorazado Castilla Nº16, donde he trabajado de primera mano con los carros de combate de la unidad. Durante este tiempo que he estado realizando las prácticas, he tenido la posibilidad de ver las ventajas e inconvenientes de este tipo de unidades. Además, he tenido la suerte de poder ir de maniobras durante dos semanas al CMT San Gregorio, esto me ha servido para ver como es el planeamiento y la preparación que se realiza para las maniobras de estas unidades.

Además, a medida que avanzaba en mi conocimiento sobre el carro de combate, pude apreciar la dificultad que tiene el mando de este tipo de unidades. Las tripulaciones de los carros requieren de una gran preparación técnica. Por este motivo, el mando de este tipo de unidades me puede suponer un reto a considerar para el futuro.

A nivel académico, he tenido la oportunidad de profundizar en mis conocimientos sobre los carros de combate. Los primeros días, mis conocimientos eran muy básicos, pero con el paso del tiempo, estos fueron aumentando y tuve la capacidad de empezar a entender mejor el funcionamiento de este tipo de vehículos.

Con respecto a las maniobras, tuve la posibilidad de entender con mayor detenimiento el concepto de la maniobra con los carros de combate. La movilidad y la potencia de fuego de este tipo de unidades hacen que estos carros de combate sean un vehículo imprescindible en cualquier Ejército.

Por lo tanto, este Trabajo de Fin de Grado se presenta como una oportunidad para mejorar mis conocimientos sobre los carros de combate, y al mismo tiempo aprender los cometidos de los observadores avanzados integrados en las unidades acorazadas.

1.2 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

Para la realización del Trabajo de Fin de Grado se ha dividido en cinco bloques: El primer bloque se trata de una breve introducción donde se explican los motivos por los cuales se ha seleccionado este tema para realizar el TFG. A continuación, se describen los objetivos y la metodología que se ha utilizado en el proyecto.

El tercer bloque está formado por una descripción de los distintos temas que se van a tratar a lo largo del trabajo. Además, se realiza una breve descripción de los antecedentes que nos han llevado a la actualidad del tema.

El cuarto bloque está constituido por los diferentes análisis que se han realizado para justificar el proyecto, es decir, se darán los resultados de los análisis realizados. Para finalizar la memoria se expondrán las conclusiones de la investigación.



2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

El origen de este trabajo es realizar un estudio para poder integrar a los observadores avanzados de artillería en las tripulaciones de los carros de combate Leopard 2E, esto hace posible que los observadores avanzados puedan hacer uso de los medios tan sofisticados de los que dotan los carros de combate. El apoyo de fuegos dado por la artillería a las unidades de primera línea es esencial para el éxito de las operaciones, esto se ha podido ver claramente en la guerra de Ucrania donde la artillería ha jugado un papel clave. Por esta razón, los observadores avanzados han tenido un rol muy significativo durante la guerra. De esta manera, el propósito que plantea este trabajo es una propuesta para integrar a este personal en las tripulaciones.

Para ello se han marcado dos objetivos prioritarios:

- Integrar un OAV en la tripulación de un carro de combate.
- Comparar cuál es la mejor opción táctica.

En cuanto a los objetivos secundarios, se destacan los siguientes:

- Conocer más a fondo el funcionamiento de un carro de combate.
- Proponer una estructura orgánica para una compañía de carros de combate que tenga integrado un observador.
- Conocer las debilidades de los OAV en las unidades acorazadas actualmente.

A pesar de que el trabajo se ha realizado en torno a las necesidades del RAC Castilla Nº16, esta hipótesis que se va a plantear a lo largo del trabajo puede ser aplicable a cualquier unidad acorazada que tenga carros de combate Leopard 2E entre sus filas. Este proyecto presenta una mejora en el uso de los observadores avanzados, con el fin de facilitar las calificaciones y correcciones del tiro de artillería. Debido a la limitación de espacio dentro del carro de combate no se ha planteado integrar a un miembro más en su tripulación.

Por otra parte, se muestran las principales ventajas que tienen los observadores avanzados al poder hacer uso de los medios de observación del carro.

2.2 METODOLOGÍA

El objetivo principal de la metodología aplicada en este TFG es dar una solución a los objetivos marcados en el estudio. Por este motivo, la metodología empleada abarca diferentes campos y se pueden destacar tanto herramientas cualitativas como cuantitativas.

El planteamiento de la metodología se ha hecho siguiendo un hilo conductor estudiando inicialmente la viabilidad de integrar un OAV dentro del carro y finalizando con que miembro de la tripulación es el adecuado para ocupar ese puesto.

Entre la metodología usada se destaca: Una entrevista al Director Militar del Trabajo, una encuesta a los miembros del Regimiento Acorazado “Castilla” Nº16, un análisis DAFO para estudiar las ventajas y los inconvenientes de utilizar el Leopard frente a los medios que utilizan en la actualidad, un análisis PERT que permite estimar las horas de I/A que requiere la tripulación del carro de combate, un análisis de riesgos para verificar quién es el miembro de la tripulación que optimiza las funciones del observador avanzado y finalmente un análisis técnico donde se proporciona una opción para la instalación del Sistema TALOS dentro del carro de combate.



3 EVOLUCIÓN HISTÓRICA

3.1 INFANTERIA ESPAÑOLA

La primera unidad en crearse en la historia fue el Regimiento de Infantería Inmemorial de Rey Nº1. Dicha unidad se creó tras la toma de Sevilla en el año 1248 por el Rey Fernando III de Castilla (Fidalgo, 2015).

Han sido muchos los excelentísimos mandos que han pasado por ella. El 5 de noviembre de 1534 se crea en Toledo la Academia de Infantería para instruir a sus mandos y sus tropas.

Los primeros infantes iban armados con picas y lanzas, espada y daga. Se encuadraban en compañías y eran dirigidas por un capitán. En la actualidad nuestra infantería ha estado muy presente en misiones internacionales encuadradas en las organizaciones internacionales de las que España forma parte: ONU, OTAN y UE.

La infantería es el arma de la maniobra. Tiene la capacidad de actuar en todo tipo de escenarios y constituye el núcleo de la Fuerza Terrestre de España. Sus características principales son: La movilidad, la adherencia y adaptación al terreno de los carros de combate, fluidez y flexibilidad de sus despliegues, y la potencia de choque.

La infantería española se puede dividir en tres grandes bloques: Ligera, mecanizada y acorazada. Debido a la elección de este tema para el proyecto, el Trabajo de Fin de Grado está totalmente enfocado en la infantería acorazada (MADOC, 2019).

3.1.1 INFANTERIA ACORAZADA

Las unidades acorazadas constituyen un elemento de alta resolución de combate. Se caracterizan por su movilidad, protección y potencia de fuego. Estas características son adecuadas para realizar acciones ofensivas y aquellas defensivas que requieran de gran movilidad. Su principal problema es que son unidades que requieren de un continuo apoyo logístico (Artero, 2008).

En los últimos conflictos se ha observado que los carros de combate son un elemento esencial en la maniobra y requieren de un terreno apto para su movilidad. A la hora de realizar algún tipo de misión, para su protección y ocupación del terreno, las unidades acorazadas suelen ir acompañadas de unidades mecanizadas o ligeras.

Las fuerzas acorazadas del Ejército español fueron bautizadas en marzo de 1922. Entre ellas se encontraba la Compañía de Carros de Asalto de Infantería. Dicha unidad estaba equipada con carros Renault FT-17 (ver figura 1). Finalizada la guerra en Marruecos, la Compañía de Carros de Combate de Infantería volvió a la península. Posteriormente, se publica una Real Orden Circular que supone un cambio en la configuración de la unidad, y se organizará un Grupo de Carros de combate en el campamento de Carabanchel (Instituto de Historia y Cultura Militar, 2022).

Llegada la guerra civil española, en España combaten elementos acorazados de los diferentes ejércitos del mundo. Una de las potencias clave en esta tecnología en esa época fue la Unión Soviética. Un hecho sorprendente para otros ejércitos que veían como sus carros de combate eran superados en tierras españolas por los carros soviéticos. Esto supuso que las tropas nacionales tuvieran que cambiar la estrategia de la guerra.

Tras el fin de la guerra civil hubo un gran impulso de medios acorazados. Actualmente, las unidades de infantería acorazada están dotados por carros de combate Leopard 2A4 (ver anexo I) y el Leopard 2E.

Las unidades de infantería acorazada siempre han tenido un gran valor para el Ejército de



Tierra, como ha quedado expuesto anteriormente. Dichas unidades han sido objetivos prioritarios para el enemigo, y están dispuestos a realizar todo lo que esté en su mano para acabar con este tipo de unidades. Otro claro ejemplo de su importancia se puede encontrar en el Libro Blanco de la Defensa del año 2000, a continuación, se mostrará un párrafo de dicho libro: *“No puede obviarse, sin embargo, qué en un conflicto, aun siendo limitado, sea necesario desarrollar un esfuerzo decisivo que suponga la posibilidad de enfrentarse a tropas dotadas de gran capacidad de combate, tanto en efectivos como en armamento de alta tecnología. En este caso, el núcleo fundamental de las fuerzas terrestres tendrá que constituirse en torno a unidades acorazadas y mecanizadas dotadas de alta potencia de fuego, movilidad táctica y protección”* (Ministerio de Defensa, 2000).



Figura 1. Carro de combate Renault FT-17 durante la Guerra civil española.

3.1.2 ORGÁNICA DE LAS PEQUEÑAS UNIDADES ACORAZADAS

Para tener un mayor conocimiento de la orgánica y las funciones de una Compañía de infantería acorazada, se explicará brevemente el funcionamiento de un BICC.

El Batallón de infantería acorazado (BICC) es la unidad táctica fundamental de combate, y son el núcleo de la fuerza cuando se crean agrupamientos tácticos que se caractericen por el uso de medios acorazados (ver figura 2).

Está diseñado para poder actuar en todo el espectro de las operaciones, y unas de sus principales ventajas es su capacidad para poder ser integrado en organizaciones operativas multinacionales. Sus líneas de actuación más probables en el entorno operativo son: Espacio de batalla no lineal y enfrentamiento contra enemigos tecnológicamente avanzados.

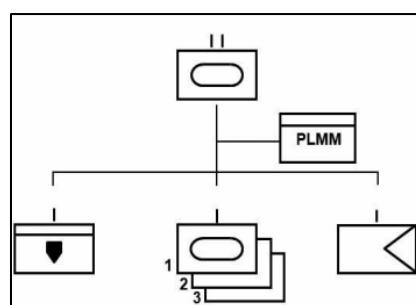


Figura 2. Orgánica de un Batallón de infantería acorazado (BICC). Fuente: PD4-100 (vol. 4)

Una Compañía de infantería (CICC) es la unidad táctica básica del BICC, está formada por los elementos necesarios para combatir con el enemigo (ver figura 3). El BICC está formado por tres Compañías de infantería acorazada. En consecuencia, la Compañía de carros es la unidad principal que materializa la maniobra de un Batallón de carros de combate. Sus unidades básicas de la maniobra son las secciones de carros de combate, y su maniobra se basa en alternar fuego



y movimiento (MADOC, 2022).

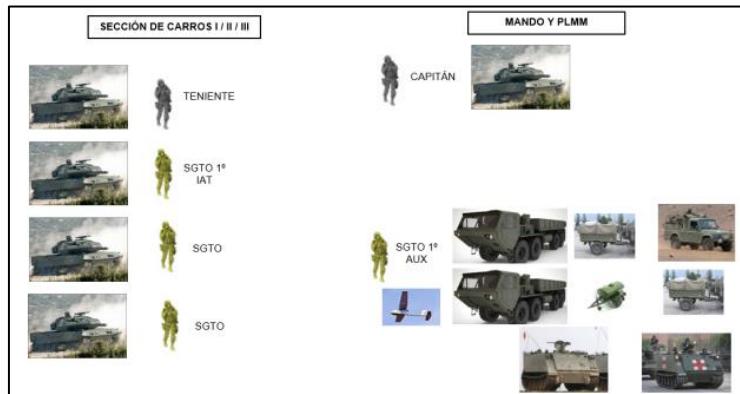


Figura 3. Orgánica de una Compañía de infantería acorazada. Fuente: Memorial de Infantería Española Número 83

En la ilustración 3 se puede observar que la Compañía de carros de combate está formada por catorce carros de combate. Cuatro carros de combate por cada sección, el carro de combate del capitán jefe de la Compañía y otro para la plana del capitán.

Entre las limitaciones de una Compañía de carros se ha de hacer especial hincapié en la necesidad constante de unidades de apoyo al combate. Esto supone uno de sus principales problemas, y es por ello que requieren de la integración de un observador avanzado de artillería que corrija los fuegos de apoyo al combate a estas unidades.

Asimismo, las unidades acorazadas tienen otro tipo de limitaciones a destacar que pueden ser de especial relevancia en el momento de realizar el Trabajo de Fin de Grado:

- Dificultad de movimiento en función del terreno.
- Apoyo logístico limitado, y un alto consumo de combustible.
- Necesidad de especialización de las tripulaciones, esto supone un difícil reemplazo de este personal.

3.1.3 MODERNIZACIÓN DE LOS CARROS DE COMBATE ANTE LOS ÚLTIMOS CONFLICTOS

Los últimos conflictos han supuesto un punto de inflexión para las fuerzas acorazadas españolas. En el transcurso de este apartado, se presentarán las mejoras que se han ido desarrollando para la modernización de estas unidades (Revista Ejército, 2022).

En primer lugar, en cuanto a la movilidad, la unidad de potencia auxiliar (UPA) y la unidad de potencia hidráulica (UPH) han sufrido una importante modernización mejorando sus prestaciones. De esta manera, se consigue un mayor ahorro de combustible y operar con una mayor autonomía eléctrica.

Además, la electrónica de la torre de los carros de combate se ha ido renovando con el paso del tiempo. Esto ha supuesto que la torre proporcione energía a todos los elementos electroópticos, servos, giroscópicos y electrónicos de la torre en sus distintos modos de funcionamiento.

En segundo lugar, se tratarán las medidas de protección. Es probable que sea la cualidad



en la que más ha evolucionado el carro de combate. Entre las principales características, se ha de destacar la incorporación de medidas “soft kill”.

En cuanto a los sistemas de protección activa (APS), se puede subrayar que tienen la capacidad de utilizar medidas “hard kill” de destrucción del misil. En el primer conflicto del Donbass, los sistemas de protección activa del T-90 fueron claves en el desarrollo del conflicto. En la actual guerra de Ucrania, los drones han jugado un papel decisivo y esto ha provocado que los diferentes ejércitos del mundo reconsideren aumentar el blindaje de la parte superior de la torre.

En el último lugar, los carros de combate integran cámaras de cuarta y tercera generación que permiten la detección del enemigo e identificarlo. Además, tienen la capacidad de adquirir objetivos que puede suponer una gran ventaja para cualquier miembro de la tripulación que deba calificar y corregir el tiro.

3.1.4 CARRO DE COMBATE LEOPARDO 2E

El programa de adquisición del Leopard 2E (ver figura 4) comenzó en el año 1995. Este programa culminó con la adquisición de 108 Leopard 2A4 alemanes por parte del Ejército de Tierra en el año 1998 y posteriormente se produjo la producción por parte de la empresa española Santa Bárbara Systems (Defense Industry Daily, 2005). Dicha empresa fue la contratista principal del proyecto, aunque intervinieron otras empresas como Bazan o Amper. El desarrollo del carro de combate supuso un coste total de 1900 millones de euros.

El ET reemplazó sus carros de combate M60 Patton y AMX-30E por este carro. Esto supuso un gran avance en cuanto a material blindado, ya que tanto su motorización como su armamento eran mucho más poderoso que los de los carros anteriores.



Figura 4. Leopard 2E en Letonia. Fuente: *El español*

El diseño del CC está basado en el Leopard 2A6 alemán. Las principales características se podrán visualizar en el anexo II. A continuación, se presentarán una serie de características del vehículo que han sido claves para la realización del Trabajo de Fin de Grado (Departamento de Técnica Militar, 2016).

- Periscopio del tirador (EMES)

Es el elemento principal de puntería, se trata de un dispositivo binocular que tiene equipado un telémetro láser y un visor térmico. Este periscopio es usado tanto por el tirador con los



binoculares como por el jefe de vehículo con el monitor del jefe de carro.

Este periscopio nos permite la observación, la localización de objetivos y la medición de distancias.

El visor térmico del tirador es un sistema de visión térmica, esta cámara térmica se encuentra en el periscopio del tirador (EMES), y por consiguiente forma parte de la dirección de tiro del CC.

- Sistema láser

Su sistema funciona por el principio de impulso-tiempo de funcionamiento. Sus componentes principales son: Emisor láser, óptica de emisión y receptor de láser. Sus principales características se pueden encontrar en el anexo III.

La distancia se mide mediante la duración del recorrido del haz de láser. Posteriormente, un calculador obtiene la medida y modifica el indicador de distancia en la dirección de tiro.

- Periscopio jefe de carro (PERI)

Sistema óptico y oportúnico que permite al jefe de carro observar el terreno y visualizar al enemigo reemplazando al tirador en la materialización de la puntería, gracias a su visión de 360°.

El PERI es el sistema principal que utilizan los jefes de carros para su observación y puntería. Este sistema permite al jefe de carro tanto la adquisición como la identificación de objetivos. Además, le da la capacidad de dirigir el cañón y apuntarlo.

La cámara térmica adaptada al periscopio del jefe de carro es un equipo de observación que puede ser empleado tanto de día como de noche. Se trata de un sistema que se basa en la captación de la radiación infrarroja de los objetos.

3.1.5 TRIPULACIÓN DEL LEOPARDO 2E

El carro de combate Leopard 2E tiene una tripulación que está formada por cuatro miembros: Cargador, tirador, jefe de carro y conductor. A continuación, se describirán cuáles son las principales misiones que deben realizar cada uno de estos tripulantes (Arandojo, 2020).

Jefe de carro

Se encarga del mando y control del carro de combate, y por consiguiente es el responsable de su tripulación. Sus misiones principales son:

- Indicar la dirección de avance del vehículo.
- Seleccionar y adquirir los fuegos, dirigir el fuego y corregirlo.
- Mantener el enlace con el escalón superior.
- Efectuar la puesta en orden de combate del carro.

Conductor

Es el encargado de la conducción del carro de combate. Sin embargo, aparte de sus funciones de conductor, se pueden encontrar otras misiones de las que es el responsable:

- Emplear el mando de la válvula de drenaje de la cámara personal.
- Preparar la barcaza para ambiente NBQ.
- Abrir la escotilla de emergencia.
- Manejar la unidad de potencia auxiliar (UPA).

Tirador



Su función principal es la de realizar los fuegos con los sistemas de armas del carro de combate. Entre sus funciones específicas se pueden encontrar:

- Activar los escudos balísticos del periscopio.
- Realizar barridos de sector.
- Comprobar el indicador del freno derecho del cañón.
- Manejar la unidad de control del tirador y la de control de la dirección de tiro.
- Manejar la caja de control de la torre.

Cargador

Es el responsable de las transmisiones del carro y de activar la posición de carga de los proyectiles para el tiro. Sus misiones específicas son:

- Comprobar el indicador del freno izquierdo del cañón.
- Responsable de la ametralladora coaxial.
- Comprobar los fusibles del carro.
- Comprobar la holgura de la torre.

3.2 OBSERVADORES AVANZADOS

Los equipos de observación avanzada han sido considerados los ojos de la artillería española que levantaban los objetivos y posteriormente corregían el fuego de las piezas. Esto lo hacían en el mismo momento que colaboraban con la infantería en el campo de batalla (MADOC, 2015).

Los observadores avanzados son un medio de adquisición de objetivos que pueden proporcionar: La detección de los mismos, su localización y situación, las características de los objetivos a los que se enfrenta y su evolución.

Un OAV tiene una serie de cometidos, entre ellos se pueden destacar:

- Elaborar una lista con los objetivos a los que se va a enfrentar y elevarlas al FSE.
- Ir actualizando la información de los objetivos situados en su zona de observación.
- Obtener la información general del campo de batalla.

Para realizar este tipo de cometidos, los observadores avanzados requieren de las transmisiones para poder integrarse en las mallas de datos (Talos) y fonía (tiro).

Un equipo de observadores avanzados requiere de tres miembros: Un jefe de equipo, un conductor y un operador de radioteléfono.

Entre los medios que utilizan para realizar las correcciones de tiro, se encuentra el telémetro láser LP-7 (ver figura 5). Este se trata de un binocular de 7 x 50, y da mediciones de objetivos situados entre 150 y 9995 metros, con una precisión de 5 metros. Las dos funciones fundamentales de este telémetro son:

- Determinación de la distancia del objetivo
- Corrección del tiro

La máxima distancia medida depende de las dimensiones del objetivo al que se enfrentan y de las condiciones atmosféricas del campo de batalla. Según la experiencia de los miembros que han hecho uso de este medio, el valor aproximado en el que el telémetro es eficaz es hasta los



6 kilómetros de distancia.

Las misiones principales de los observadores avanzados se pueden dividir en dos fases:

Durante el planeamiento:

- Asesorar al jefe de la compañía para el empleo de los fuegos de apoyo.
- Elaborar la lista de objetivos de la unidad en la que se encuentre encuadrado.
- Informar de las medidas de coordinación de los fuegos de apoyo.

Durante la conducción:

- Mantener el enlace con la unidad encargada de los apoyos de fuego.
- Dar la información de los objetivos previstos en su zona de responsabilidad.
- Solicitar y dirigir el fuego de los objetivos marcados.
- Evaluar los efectos de las acciones de fuego que se hayan realizado.

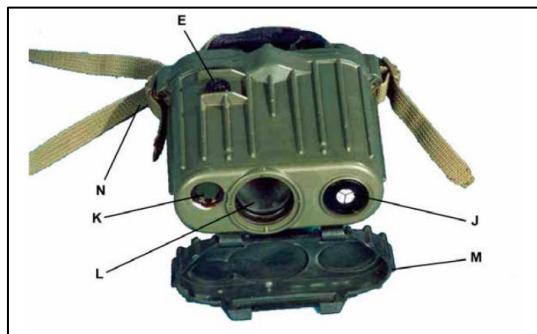


Figura 5. Telémetro láser LP-7. Fuente:
MI-304

3.2.1 SISTEMA TALOS

Talos GMW es un sistema utilizado para el mando y control de las unidades. Este sistema permite la coordinación y ejecución del apoyo de fuegos integrado en la maniobra. Su uso es muy característico en unidades del Ejército de Tierra y de la Armada (Grupo de artillería II de la Legión, 2018).

El Talos se organiza en dos subsistemas complementarios (GMW, s.f.):

- Subsistema técnico
- Subsistema táctico

El sistema Talos proporcionan a las unidades del Ejército de Tierra de una serie de capacidades como: La conducción de la maniobra con el apoyo de fuegos integrado, seguimiento de las fuerzas aliadas y el conocimiento de cómo evoluciona la maniobra.

El Talos técnico permite la gestión técnica de los fuegos procedentes de distintos medios. Esto supone que las funciones principales de este subsistema giren en torno a la gestión y coordinación de los fuegos. Entre sus funciones más características se encuentran: La asignación de blancos, los cálculos requeridos para realizar el tiro, y las correcciones realizadas por el OAV.

El Talos táctico permite la gestión táctica de los fuegos de una gran unidad. Esto les permite a los jefes asignar o retirar funciones tácticas a las unidades productores de fuego. Esto incluye asignar las peticiones de fuego de los OAV a cada medio productor. Por consiguiente, la principal función de este subsistema es la preparación que conlleva las acciones de fuego que se



realizarán posteriormente. Además, el Coordinador de Apoyos de Fuego (COAF) podrá coordinar y dirigir todas las piezas a través de este subsistema.

3.3 ANTECEDENTES

El uso de observadores avanzados (OAV's) para corregir el tiro indirecto de artillería surge durante el siglo XIX, instante en el que el artillero considera imprescindible la corrección de su línea de piezas.

Inicialmente, cuando empezó a usarse la figura del OAV, se trataba de un miembro avanzado del despliegue que se comunicaba con la batería a través de un hilo telefónico, desde su posición se corregía el tiro a través de tablas y máquinas sumadoras mecánicas de la época. A lo largo de la historia han sido varias las posibilidades que se han tratado para facilitar la observación de estos miembros.

Durante la IGM, tras la aparición de los primeros carros de combate fue cuando comenzó la integración de este personal en la tripulación del carro, aunque estas situaciones eran inusuales. Se puede destacar entre otras la Batalla de Cambrai (1917).

Durante la Batalla de Cambrai, las fuerzas británicas realizaron una ofensiva utilizando sus carros Mark I. Estos carros de combate llevaban en su tripulación a oficiales de artillería cuyos cometidos eran observar y corregir el tiro artillero.

Otro momento a destacar de la Gran Guerra fue la Batalla de Amiens en agosto de 1918. Dicha batalla fue una ofensiva donde se utilizó una combinación de infantería, artillería y carros. Hay que subrayar que los carros de combate llevaban observadores para identificar objetivos y coordinar el apoyo de fuegos (Instituto de Historia y Cultura Militar, 2019).

En el marco de la IIGM, no era costumbre la movilidad de los observadores avanzados en carros de combate, pero sí se dieron diversas situaciones en las que los ejércitos tuvieron que llevarlo a cabo. Se ha de destacar la batalla de Kursk (Pooley, 2021), considerada como una de las batallas de blindados más importantes, en la que los OAV se desplazaban en carros de combate para obtener una visual más cercana del enemigo y poder proporcionar unas coordenadas más precisas.

En la IIGM hubo un gran avance tecnológico con respecto a la IGM. Durante la guerra, los alemanes usaron carros de combate como medios de observación avanzados. Unas de las técnicas que usaron fue implementar a un carro de combate un cañón falso a la torre, sin realizar ninguna modificación a la barcaza, como se puede observar en la figura 6 (Tank archives, 2023).



Figura 6. Carro alemán utilizado por un observador avanzado. Fuente: Twitter

La Guerra Fría supuso una gran carrera armamentística entre las principales potencias



mundiales. Las armas de tiro indirecto tuvieron una evolución tecnológica basada en tres pilares fundamentales: Alcance, precisión y letalidad. A pesar de todas estas mejoras, los observadores avanzados continuaban teniendo tres problemas principales: Escasez de recursos para abarcar todo el terreno asignado, dependencia del proceso de corrección y petición de fuegos, y finalmente el riesgo al que se exponen en el campo de batalla.

En la actualidad, el mayor problema al que se enfrentan los observadores avanzados es su propia seguridad, ya que suelen ser personal que se encuentra muy expuesto en el campo de batalla. Además, la pérdida de un observador avanzado puede suponer la clave del éxito para el enemigo porque la unidad no tendría la capacidad de corregir y calificar las acciones de apoyo de fuegos.

Actualmente, el Batallón Mérida tiene integrado un observador avanzado en la Compañía de Mando y Apoyo. El medio que utiliza para calificar el tiro es el telémetro láser LP-7 explicado previamente.

El vehículo con el que se desplazan es el TOA (Transporte Oruga Acorazado), en este vehículo lleva implementado el sistema TALOS utilizado para realizar la corrección de tiro y posteriormente enviarla al escalón superior.

El principal problema del uso del TOA como medio de apoyo a un Batallón de carros de combate es su movilidad. Se pudo observar en las maniobras que se realizaron durante las prácticas, el carro de combate atravesaba zonas impracticables para el TOA. Además, la velocidad de un TOA es inferior a la de un Leopard 2E y por tanto no tiene la capacidad de mantener su ritmo en el combate.

En la misma línea, si el enemigo se enfrenta a un Batallón de carros de combate y localiza un transporte oruga acorazado, muy probablemente les resulte algo extraño y en consecuencia harán fuego principalmente a este vehículo independientemente de su blindaje y su potencia de fuego. Esto se debe a que la pérdida de un observador avanzado puede ser más perjudicial para la misión.

Por ello, el empleo de un Leopard 2E como medio utilizado por un observador avanzado puede ser una gran ventaja porque podría reducir los principales problemas a los que se enfrenta un observador avanzado en el campo de batalla:

- Mayor seguridad debido al blindaje que tiene el carro de combate.
- Tendrá la capacidad de abarcar mayor cantidad de terreno debido a su movilidad y los medios del carro de combate.
- Mayor dificultad para detectarlo ya que irá camuflado con el resto de carros.

4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este apartado, se van a realizar diferentes análisis que permitirán tener en cuenta aspectos cualitativos y cuantitativos del problema que se presenta en el proyecto. El objetivo de la metodología no es otro que contrastar la información que ha sido estudiada para poder localizar cuál es la mejor solución posible.

En la actualidad, existen una gran cantidad de herramientas para realizar tanto análisis cualitativos como cuantitativos. Es por ello que durante la lectura del proyecto se podrán observar estudios de ambos tipos.

4.1 ENTREVISTA



Esta entrevista se le ha realizado al Capitán de infantería D. Ignacio Navarro García-Gutiérrez.

Se incorpora a las Fuerzas Armadas como soldado de infantería en el año 1997, fue destinado en el RIAC "Alcázar de Toledo" Nº61. En el año 2000 asciende a cabo en el mismo destino.

Posteriormente ingresa en la Academia de Suboficiales y obtiene el empleo de Sargento en el año 2004 como número uno de su especialidad. Regresa a la unidad donde sirvió anteriormente como tropa.

Se incorpora a la Academia de oficiales y recibe el empleo de Alférez en el año 2008 siendo el número dos de su especialidad. Regresa a la unidad donde ha servido a lo largo de su vida militar.

Entre sus misiones se puede destacar: Líbano en 2011, y estuvo destinado como voluntario en Bosnia y Herzegovina (García-Gutiérrez, 2016).

Tras una larga y exitosa carrera profesional, donde ha trabajado muy de cerca con los carros de combate. Se ha considerado fundamental realizarle una entrevista para que nos de sus puntos de vista sobre la viabilidad de integrar un OAV en la tripulación del Leopard 2E.

Las respuestas a las preguntas que se han recibido son las siguientes:

1. ¿Qué capacidades da un OAV si está agregado a una Compañía de carros?

El objetivo del Batallón a día de hoy es que cada Compañía de carros tenga su propio observador avanzado integrado en su fuerza de combate. El OAV da a la Compañía ciertas capacidades que no tiene otro personal de la Compañía, y principalmente se trata de la corrección y calificación del fuego de artillería que apoye nuestra maniobra.

2. ¿Qué ventajas da un carro de combate a un OAV?

La principal ventaja son los medios de observación del propio carro, estos medios tienen mayor capacidad operativa que los medios que utilizan actualmente para apoyarnos. El carro de combate le da la posibilidad de hacer uso del PERI que tiene una ventaja operativa altísima ya que permite ver a muchos kilómetros de distancia, y el telémetro láser es muy preciso. Yo considero que un OAV dentro del carro podría facilitar la corrección de tiro debido a los medios de los que va dotado.

3. Considera factible la posibilidad de integrarlo en la tripulación de un carro.

Sí, yo considero que existe la posibilidad. Esta pregunta tiene sus pros y sus contras, pero lo veo como algo viable.

4. ¿Cuál es el miembro de la tripulación que mejor se adaptaría a ejercer de OAV?

Con mi experiencia, yo creo que los tripulantes que tienen esa capacidad son cargador o jefe de carro.

5. ¿Considera necesario dotar al OAV de sus propios medios?

No, los medios del carro son lo suficientemente aptos para ejercer esas funciones correctamente. Únicamente, habría que implementar el Sistema Talos para facilitar tanto la corrección como la transmisión de datos al escalón superior.

Las respuestas a las preguntas planteadas han servido para darle un mayor enfoque al planteamiento del problema. Se ha dado respuesta a ciertos problemas que han de ser respaldadas por otros análisis que se realizarán a lo largo del TFG.



4.2 ENCUESTA

Se ha realizado una encuesta anónima al personal del Regimiento Acorazado Castilla Nº16 con la finalidad de hacer un estudio sobre la viabilidad de integrar un OAV en la tripulación del carro de combate. El cuestionario consiste en cinco preguntas de una única respuesta y para su realización se ha solicitado a los miembros del Regimiento que sean lo más objetivo posible. Las preguntas realizadas las pueden observar en el anexo VI

La encuesta ha sido contestada por 50 miembros. Entre ellos, se puede destacar personal de las diferentes escalas del Ejército de Tierra:

- 19 oficiales (tenientes, capitanes y comandantes)
- 16 suboficiales (sargentos y sargentos primeros)
- 15 tropa (soldados, cabos y cabos primeros)

Esto se ha hecho para ver la opinión del personal de las diferentes escalas del Regimiento sobre el tema que se está tratando. Los resultados que se han obtenido son los siguientes:

Pregunta 1.

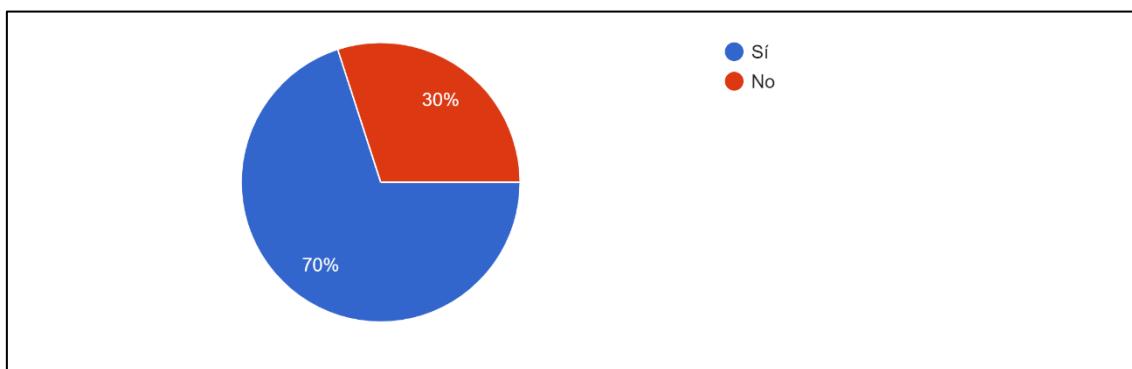


Figura 7. Gráfico circular pregunta 1. Fuente: Elaboración propia

El 70% del personal encuestado ha considerado que el Transporte Oruga Acorazado tiene las capacidades suficientes como para que un observador avanzado sea transportado por este vehículo y pueda ejercer sus cometidos. En consecuencia, el 30% restante considera que este vehículo se ha quedado obsoleto y deberían buscar una alternativa a este.

Pregunta 2.

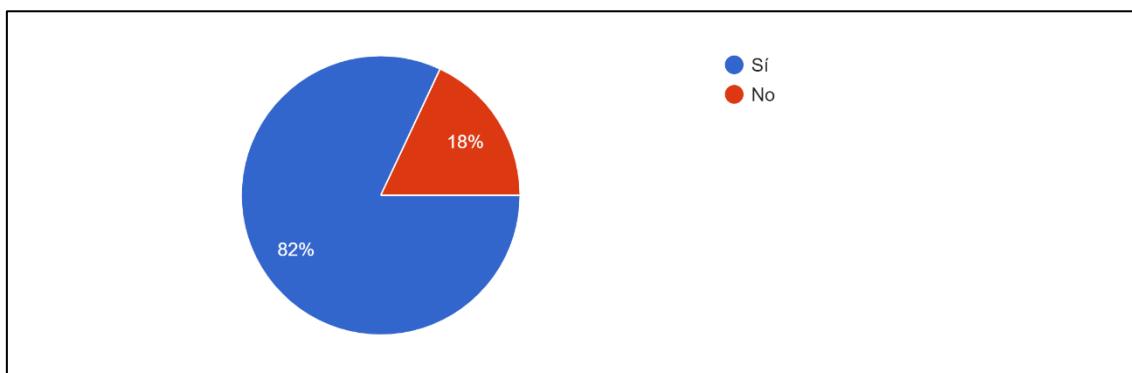


Figura 8. Gráfico circular pregunta 2. Fuente: Elaboración propia



El 82% del personal ve viable la posibilidad de integrar un observador avanzado de artillería en la tripulación de un carro de combate. Pese a las dificultades que requiere el ser un tripulante de este medio acorazado, únicamente un 18% no contempla la posibilidad de integrarlo en su tripulación. Esto se debe a varios factores tanto técnicos del propio carro como tácticos de la infantería.

Pregunta 3.

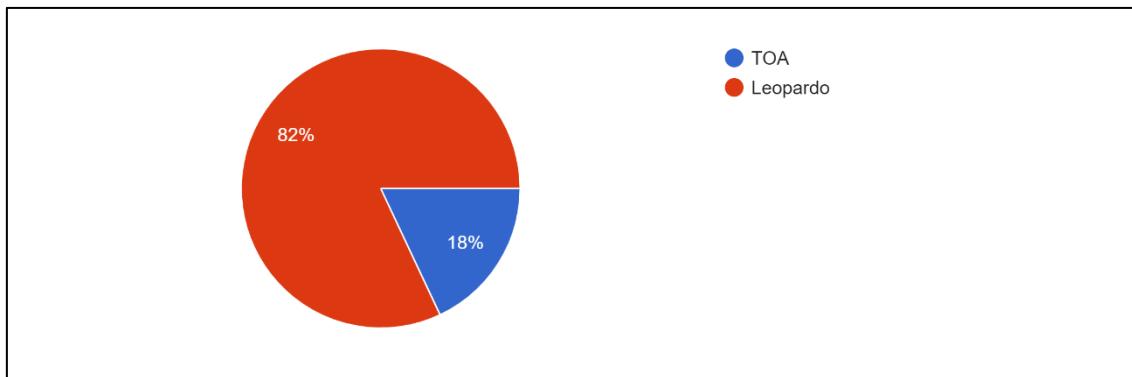


Figura 9. Gráfico circular pregunta 3. Fuente: Elaboración propia

Pese a considerar que Transporte Oruga Avanzado es un medio apto para ejercer las funciones de observador. El 82% de los encuestados consideran que el carro de combate Leopard 2E se adapta más a las capacidades de un observador que el propio TOA cuando el OAV se encuentra integrado en unidades acorazadas. Por lo tanto, cuando se trata de dar apoyo a estas unidades acorazadas, una gran mayoría del personal contempla el empleo del Leopard como medio utilizado por un observador.

Pregunta 4.

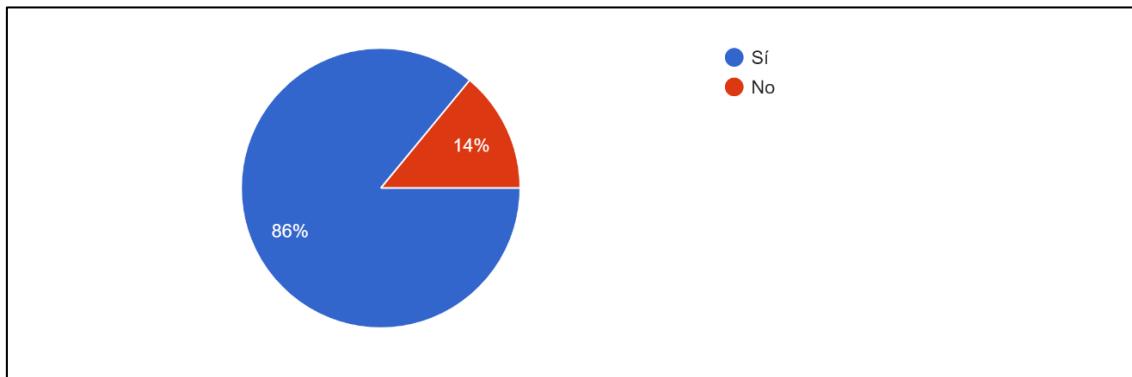


Figura 10. Gráfico circular pregunta 4. Fuente: Elaboración propia

El 86% de los participantes han considerado factible la instrucción de un observador avanzado para ocupar un puesto táctico dentro del carro de combate, esto supone que la instrucción pese a sus dificultades técnicas y tácticas puede ser aplicada a personal de otras armas. En consecuencia, el OAV podrá ejercer sus ambos cometidos correctamente.

Pregunta 5.

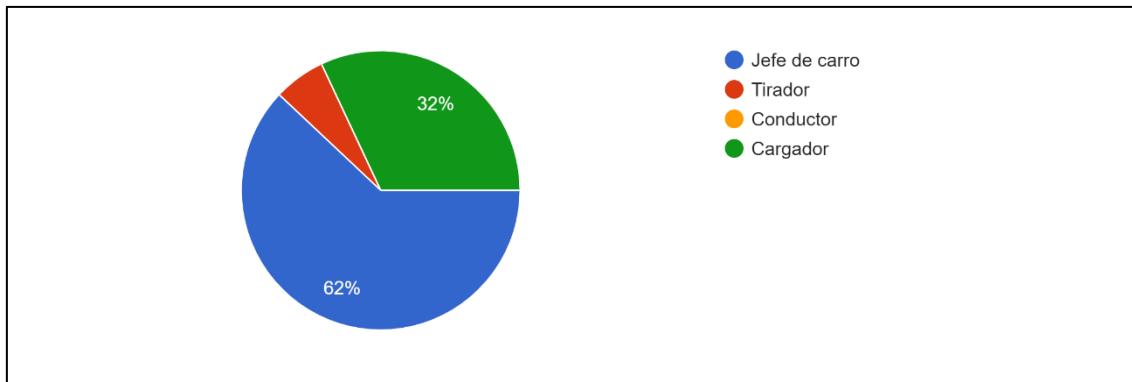


Figura 11. Gráfico circular pregunta 5. Fuente: Elaboración propia

A la pregunta de cuál sería el puesto táctico más viable para un OAV, se ha de descartar la opción del conductor ya que no ha obtenido ningún voto. El personal del Regimiento no ve viable ejercer ambos cometidos en simultáneo y por ello no ha recibido ningún voto.

En cuanto al puesto de tirador, ha recibido un 6% de los votos totales del cuestionario. El tirador es un puesto táctico que cierto personal de tropa considera factible para ejercer dichas funciones. Esto se debe a que la gran mayoría de estos votos son los soldados del Batallón.

El puesto de cargador ha recibido un 32% de los votos. Se ha de destacar que en la mayoría del personal que ha puesto cargador, hay un gran porcentaje de personas que no ven fiable el uso del observador avanzado en un carro de combate, pero consideran que su mejor puesto táctico es este debido a que se puede centralizar más en realizar las correcciones de tiro.

El jefe de carro ha obtenido la mayoría en la votación. Un 62% del personal ha considerado que el puesto táctico que mejor se adapta a los cometidos del observador avanzado es el jefe de vehículo. La gran mayoría de los votantes son oficiales y suboficiales que tienen experiencia en este puesto táctico. Además, consideran que desde este puesto el OAV tendrá a su disposición todos los medios de los que dispone el carro para corregir y calificar el tiro.

4.3 ANÁLISIS DAFO

El análisis DAFO es una herramienta que se ha utilizado para analizar tanto las características internas (debilidades y fortalezas) como las características externas (amenazas y oportunidades). Esta herramienta sirve para saber cuál es la situación real del proyecto que se está realizando.

A continuación, se realizará una breve explicación de lo que se utiliza en el análisis DAFO:

- Debilidades: Factores internos de mi proyecto que me dan una desventaja competitiva.
- Amenazas: Factores externos a mi proyecto que me dan una desventaja competitiva.
- Fortalezas: Factores internos a mi proyecto que me dan una ventaja competitiva.
- Oportunidades: Factores externos a mi proyecto que me dan una ventaja competitiva.

El análisis DAFO que se ha realizado en este proyecto se ha centralizado en la integración del OAV en la tripulación del carro, comparándolo con los medios que utiliza actualmente el Batallón “Mérida”.



DEBILIDADES <ul style="list-style-type: none"> - Dificultad de infiltración - Dificultad de movimiento en cierto tipo de terreno - Mayor gasto de combustible - Coste de pérdida 	AMENAZAS <ul style="list-style-type: none"> - Aumento en la adquisición de drones - Necesidad de apoyo logístico
FORTALEZAS <ul style="list-style-type: none"> - Blindaje - Movilidad - Medios de visión y calificación - Potencia de fuego - Dificultad de identificación 	OPORTUNIDADES <ul style="list-style-type: none"> - El Leopard 2E es un carro de combate que evoluciona - Adquisición de este medio - Anticiparse a otros ejércitos en este campo

Tabla 1. Análisis DAFO

CARACTERÍSTICAS INTERNAS

DEBILIDADES:

- El carro de combate deja muchos indicios por donde pasa. Además, el sonido del motor del carro se puede escuchar a una gran distancia y esto facilita al enemigo su localización.
- La movilidad en ciertos terrenos es bastante compleja para el carro de combate. Un ejemplo de ello es el terreno boscoso, el cual es intransitable para el Leopard 2E en ciertas ocasiones.
- El combustible que necesita el Leopard para operarlo es mucho mayor que el combustible que consume el TOA.
- Su pérdida supone un mayor coste al Ejército, ya que reponer un carro de combate no supone el mismo gasto que un TOA. Además, en el caso de haber tenido bajas, es posible que se tenga que instruir a un mayor número de personal para ejercer esos cometidos.

FORTALEZAS:

- El blindaje del Leopard 2E es mucho mayor que el del medio que tienen en la actualidad. Esto provoca que el observador avanzado tenga un mayor grado de protección en el campo de batalla.



- El carro de combate posee de una velocidad máxima que ronda los 70 km/h. Esto supone que su movilidad sea mucho más rápida y tenga la capacidad de mantener el impulso del resto de la unidad acorazada.
- Los medios del carro de combate tienen mayor capacidad operativa que los medios que usan los OAV's en la actualidad. El uso del PERI permite visualizar al enemigo a largas distancias sin la necesidad de salir del carro, y el telémetro láser hace que la calificación del tiro sea mucho más precisa.
- En caso de tener que entrar en combate, la potencia de fuego del cañón de 120 mm no es comparable con la ametralladora browning acoplada al TOA.
- Si estamos integrados en una Compañía de carros, el enemigo tendrá mayor dificultad de localizar al OAV ya que no podrá diferenciar que carro tiene esos cometidos. Si el medio utilizado por el observador es el TOA, el enemigo tendría mucha más facilidad para identificarlo.

CARACTERÍSTICAS EXTERNAS

AMENAZAS:

- El carro de combate requiere de un mayor apoyo logístico, y esto supone entre otros llevar mayor cantidad de repuestos a zona de operaciones.
- Como se ha podido observar en la guerra de Ucrania, los principales objetivos terrestres de ambos bandos han sido los carros de combate, ejemplo de ello es el javelin que es un arma contra carro que ha tenido mucho éxito en el bando ucraniano. La tecnología ha evolucionado y se ha verificado que los carros son muy vulnerables frente a los drones y esto ha supuesto un mayor gasto en defensa en este tipo de armamento de las principales potencias mundiales.

OPORTUNIDADES:

- El Leopard es un carro de combate que tiene la capacidad de ir evolucionando. Esto se debe al avance tecnológico que ha habido en las últimas décadas y puede ser aprovechado para dar mayor operatividad a los OAV's en este medio.
- El uso de los carros por los observadores puede suponer la necesidad de adquirir un mayor número de carros por el Ejército. Esto generaría una mejora en la operatividad del Ejército de Tierra español debido a sus capacidades operativas.
- Ciertos Ejércitos no están tan avanzados en la integración de un observador en la tripulación de un carro. Esto supondría una ventaja operativa muy grande en zona de operaciones.

4.4 ANÁLISIS PERT

El diagrama de PERT es una herramienta que sirve para estimar la duración de un proyecto. Esta técnica fue creada por la NASA para indicar la duración de sus proyectos y se basa en estimaciones realizadas por tres puntos: Optimista, pesimista y más probable.

En este caso, el proyecto se basa en estimar el tiempo necesario que requiere cada miembro de la tripulación para poder ejercer sus cometidos satisfactoriamente.

Para la realización de un diagrama de PERT se han de seguir varios pasos clave:

- **Paso 1:** Identificar las tareas que se realizarán durante el proyecto.

Las principales tareas del proyecto para cada miembro de la tripulación son: El curso específico que requiere cada miembro de la tripulación, la instrucción diurna y la instrucción



nocturna.

- **Paso 2:** Conocer los datos de la tabla (ver anexo IV)
- **Paso 3:** Calcular el EAD y ASD (ver figura 12)

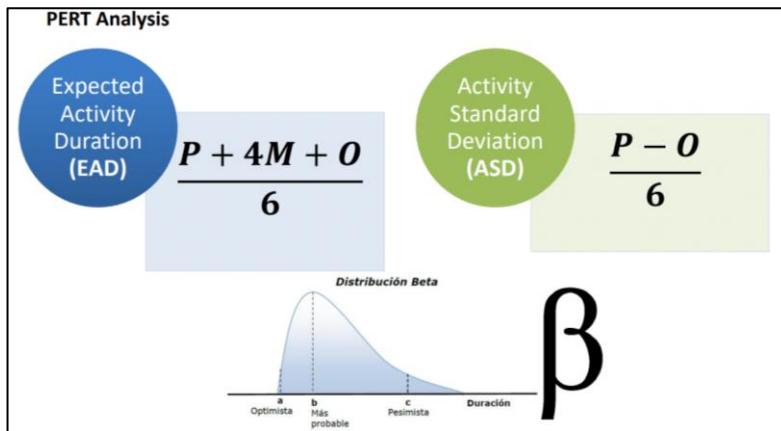


Figura 12. Cálculo EAD y ASD. Fuente: Departamento de Oficina de Proyectos UNIZAR

- **Paso 4:** Calcular el rango de cada actividad
- **Paso 5:** Calcular el rango total de las actividades realizadas

Los datos que se han tomado para este estudio provienen de la tripulación con la que se ha estado trabajando a lo largo de las prácticas realizadas en la unidad. Se les ha preguntado por las tres opciones de respuesta, y las respuestas son los valores que se reflejan en el anexo IV.

Una vez se ha obtenido esta información, se procede a calcular la duración esperada de la actividad en horas:

Jefe de Carro	EAD	ASD
CIMA	278.66	4.67
Instrucción diurna	83.83	7.17
Instrucción nocturna	129	10.33

Tabla 2. Cálculo de EAD y ASD del jefe de carro

Conductor	EAD	ASD
Carnet F	88.83	7.83
Instrucción diurna	112.67	9.33
Instrucción nocturna	157	9.33

Tabla 3. Cálculo de EAD y ASD del conductor



Tirador	EAD	ASD
Curso tirador	212	15.33
Instrucción diurna	86.33	11.33
Instrucción nocturna	119.67	11.67

Tabla 4. Cálculo de EAD y ASD del tirador

Cargador	EAD	ASD
Curso cargador	150.33	8.67
Instrucción diurna	76.5	8.83
Instrucción nocturna	112.67	10.33

Tabla 5. Cálculo de EAD y ASD del cargador

Una vez se ha calculado la duración esperada de la actividad y su respectiva desviación. Se procederá al cálculo del rango que tiene cada actividad. Este dato es un intervalo de tiempo que se calcula sumando y restando la desviación a la duración esperada de la actividad. Los rangos de cada actividad se mostrarán en el anexo V.

Cómo se ha podido ver a lo largo del análisis, se han realizado cuatro proyectos diferentes (uno para cada miembro de la tripulación). En el instante en el que se hayan calculado los rangos para cada una de las actividades de los miembros de la tripulación, se ha de calcular el rango total de cada uno de los proyectos. Esta solución se basa en un intervalo de tiempo en el cuál la instrucción de estos miembros debería estar superada en el momento en el que las horas de instrucción estén en esos tiempos.

Tripulación	Rango total estimado
Jefe de carro	(469.32, 513.66)
Conductor	(332.01, 384.99)
Tirador	(379.67, 456.33)
Cargador	(311.67, 367.33)

Tabla 6. Duración estimada de cada miembro de la tripulación

Como se puede observar en la tabla anterior, el jefe de carro será el puesto táctico que más horas de instrucción requiere para poder ejercer con éxito las operaciones encomendadas. El tiempo mínimo de horas que necesita un observador avanzado para ser jefe de carro es de 469.32 horas, esto es equivalente a 19.55 días. El tiempo máximo requerido es de 513.66 horas. Esto supone que la diferencia máxima entre uno y otro sea de 44.34 horas, equivalente a 2 días.

El conductor pese a que su curso inicial es de muy poca duración, requiere de una gran cantidad de instrucción nocturna y diurna. Esto hace que se equipare al resto de puestos tácticos dentro del carro de combate.



El tirador es el miembro de tripulación que tiene mayor diferencia entre el tiempo máximo y el mínimo. Esto se debe a que su instrucción depende mucho de las cualidades que tenga cada tirador y lo hábil que sea con estos tipos de sistemas de armas.

El cargador generalmente es el miembro de la tripulación que requiere de menos horas de instrucción. Aunque su diferencia con el resto de puestos tácticos (exceptuando el jefe de carro) es indiferente.

4.5 ANÁLISIS DE RIESGOS

Un riesgo es un evento que puede tener efectos positivos o negativos en el momento de ejecutar la maniobra. Estos efectos negativos son considerados una amenaza para el éxito de la misión mientras los positivos son contemplados como oportunidades.

En este análisis, se ha realizado un estudio de los posibles riesgos a los que se puede enfrentar un carro de combate en teatro de operaciones. Para ello, se ha hablado con los diferentes stakeholders del proyecto y se han planteado siete riesgos. La descripción de los riesgos los podrá observar en el anexo VII.

Los factores que se han tenido en cuenta para la identificación de los riesgos han sido los estudiados en la asignatura de Oficina de Proyectos cursada en el Centro Universitario de la Defensa: Probabilidad de ocurrencia e impacto.

Una vez se han identificado los riesgos con el resto del personal implicado en el análisis, se ha procedido a realizar un análisis cualitativo de los riesgos del proyecto. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 13.

En este análisis se ha realizado una clasificación y priorización de los riesgos que se han identificado previamente. Y la forma de representarlos es a través de una matriz de probabilidad e impacto.

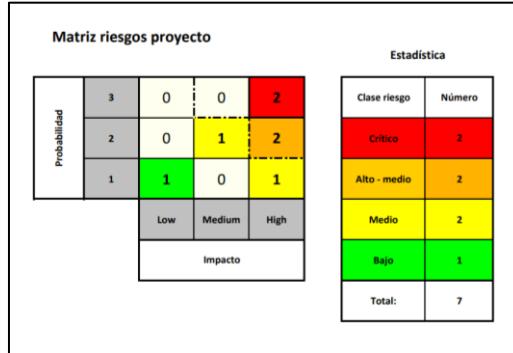


Figura 13. Matriz de impacto y probabilidad del carro de combate. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la solución final es:

- 2 riesgos críticos.
- 2 riesgos altos.
- 2 riesgos medios.
- 1 riesgo bajo.

A continuación, se han estudiado las consecuencias sobre los miembros de la tripulación. Una vez se han descrito los efectos producidos por cada uno de ellos (ver anexo VIII), se ha planteado una alternativa que genera un nuevo riesgo. Esto ha permitido analizar como varían estos riesgos en función del puesto que ocupe el observador avanzado dentro del Leopard 2E.

Las soluciones obtenidas por los nuevos riesgos producidos se mostrarán en las siguientes



matrices de probabilidad e impacto:

JEFE DE CARRO

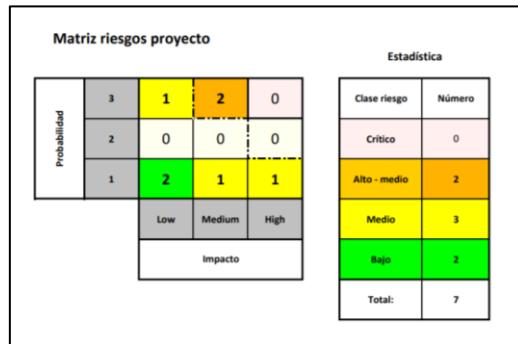


Figura 14. Matriz de impacto y probabilidad del jefe de carro. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la ilustración la clase de riesgo ha variado con respecto a la solución inicial. Si analizamos correctamente la matriz se puede confirmar que los riesgos tienen un menor impacto en el momento de realizar cualquier misión en el teatro de operaciones. Por consiguiente, podría ser una buena opción.

CARGADOR

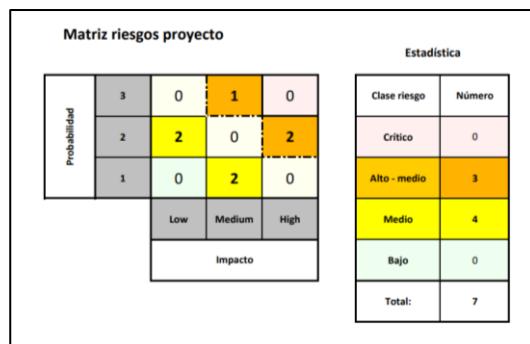


Figura 15. Matriz de impacto y probabilidad del cargador. Fuente: Elaboración propia

La clase de riesgo ha mejorado con respecto a la inicial ya que, aunque se han aumentado a tres los riesgos altos, se han evitado los dos riesgos críticos que son aquellos a los que hay que prevenir principalmente. Se ha de destacar también que el riesgo bajo que se encontraba en la matriz inicial se ha convertido en un riesgo medio. Por lo tanto, se podría considerar como una buena opción.

TIRADOR

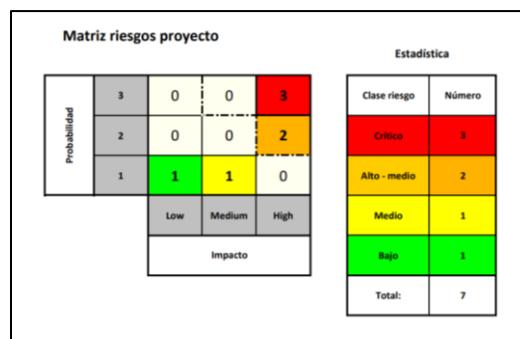


Figura 16. Matriz de impacto y probabilidad del tirador. Fuente: Elaboración propia



Si se observa la matriz de impacto obtenida con el estudio del tirador ejerciendo las funciones de observador avanzado, se puede realizar un análisis cuyos resultados son peores que los obtenidos al inicio. Esto se debe a que el número de riesgos críticos ha aumentado a tres, mientras que el número de riesgos mínimos ha disminuido.

CONDUCTOR

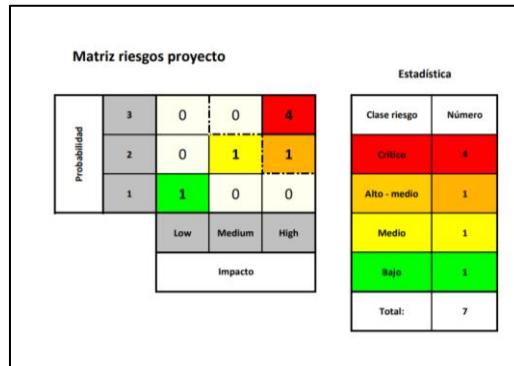


Figura 17. Matriz de impacto y probabilidad del conductor. Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en esta matriz son los peores si realizamos una comparación con el resto de matrices analizadas. Esto se debe a que el número de riesgos críticos ha aumentado dos con respecto a la inicial, manteniendo a su vez un riesgo alto. Esto puede hacer que se contemple al cargador como un miembro que no tiene la capacidad de ejecutar las funciones de un observador avanzado.

4.6 ANÁLISIS TÉCNICO

Una vez se han obtenido los datos que analizan la viabilidad de integrar al observador en la tripulación del carro de combate y el puesto táctico que optimizaría sus funciones de observador. Se realizará el análisis de implementación del Sistema Talos en el carro de combate.

Para ese estudio, se ha hablado con varios suboficiales especializados en el campo de la electrónica del carro para ver si el estudio planteado tenía algún efecto negativo en el funcionamiento de este.

El estudio planteado consiste en la implementación de un inversor de energía que posteriormente vaya conectado a la Tablet en el que este instalado el Sistema Talos para poder darle la corriente suficiente para que no se apague.

A continuación, se detallará el proceso realizado y cuáles son los resultados que se obtuvieron durante el proceso. Además, se tomaron una serie de imágenes que verifican la funcionalidad del análisis.

El principal objetivo en el momento de realizar este análisis fue obtener la corriente continua de la torre del carro de combate y poder cargar la Tablet posteriormente a través de corriente alterna generada por un inversor. Para ello, tras varias opciones planteadas junto al resto de especialistas, se decidió que la forma más óptima fue obtener la corriente de la unidad de presentación del cargador (UPRC) (ver figura 18).

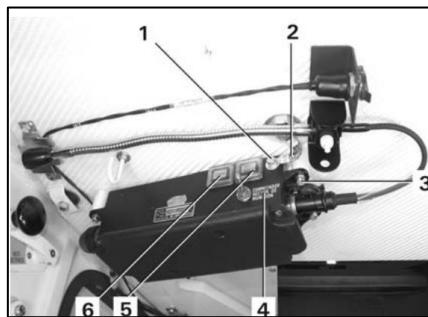


Figura 18. Unidad de presentación del cargador.

Fuente: MT6-051

Si observamos la figura 18, el cable lo conectamos al tornillo 1 que se observa en la figura 18. Para el estudio, el cable utilizado para conectarlo a la UPRC se puede visualizar en la figura 18. El resultado obtenido lo podrán visualizar en la figura 19.



Figura 19. Conexión cable a UPRC.

Fuente: Elaboración propia

En este estudio, el adaptador se ha fijado en la parte superior de la torre al lado de la Unidad de presentación del RC. La idea de fijarlo en la parte superior se ha pensado para que el cable no cause molestias al cargador en el momento de realizar sus funciones, ya que si el cable se encuentra suelto puede ser de gran molestia cuando el cargador tenga que municiónar la munición Santa Bárbara entre otros.



Figura 20. Fijación del adaptador a la torre. Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se conecta la corriente al inversor de potencia (figura 20). Se trata de un inversor de potencia de 24V de corriente continua a 230V de corriente alterna. Su situación final se puede observar en la figura 21. La idea de invertirla es poder estar cargando la Tablet o el portátil en el que se haya instalado el programa. De esta forma, la batería del ordenador no será ninguna preocupación para el observador avanzado en el momento de ejecutar la maniobra en zona de operaciones.



Figura 21. Inversor de corriente. Fuente: Elaboración propia

Finalmente se conecta la corriente obtenida del inversor de corriente a la tablet y se da por finalizado el estudio. La tablet finalmente deberá conectarse a la radio PR4G del carro de combate e irá enlazado en la malla con el FSE para poder enviarle las correcciones realizadas a través del sistema.



5 CONCLUSIONES

En este trabajo se han realizado unos análisis sobre la posibilidad de integrar un observador avanzado de artillería en la tripulación de un carro de combate. A continuación, se van a presentar las siguientes conclusiones:

El primer objetivo que se ha marcado para este TFG ha sido estudiar la viabilidad de integrar un observador avanzado en la tripulación de un carro de combate. Para ello se ha contrastado la información recibida por las entrevistas y las encuestas realizadas durante las prácticas en la unidad.

Las respuestas dadas por el Capitán D. Ignacio Navarro García-Gutiérrez evidencian de manera muy clara esta posibilidad. Se ha de destacar una vez más que esta entrevista se le ha realizado a él debido a su gran carrera profesional en las unidades de carros.

Si se analizan las respuestas dadas por los miembros de la unidad en la encuesta, se puede concluir que los miembros de la unidad basados en su experiencia consideran también en un alto porcentaje esta posibilidad.

No suficiente con estas respuestas, las soluciones obtenidas con el análisis DAFO verifican que es mucho más ventajoso la integración de este personal en el carro de combate debido a las capacidades operativas del carro de combate.

Por lo tanto, si se compara lo redactado en los párrafos anteriores, se puede concluir que la integración de un OAV en la tripulación de un carro de combate es totalmente posible y no afectará a la maniobra de la unidad.

El segundo objetivo que se destacó fue identificar quién era el miembro de la tripulación que mejor se adapta a las capacidades del observador avanzado. Este estudio se ha planteado con distintos análisis que posteriormente se ha comparado en función de su importancia.

Con las respuestas dadas en la encuesta, se ha considerado al conductor como un miembro que no tiene la capacidad de hacer esas funciones. Aunque se mantuvo su estudio para poder verificarlo con otros análisis.

El análisis PERT, como se explicó anteriormente, ha servido para saber el tiempo que se ha de emplear para la I/A de un observador avanzado como tripulante de un carro. Los resultados obtenidos evidencian que el que más tiempo requiere de instrucción es el jefe de carro. Aunque la situación en la que se encuentra España en la actualidad (sin ningún conflicto armado) hace que el tiempo de I/A pueda ser un dato cuyo valor no es tan crítico como otros.

El análisis de riesgos ha permitido evidenciar los resultados dados por las encuestas. Si se realiza una tabla en la que se compara ambos resultados. El puesto que ocupa cada tripulante es el mismo (ver figura 22 y 23)

ENCUESTA
1. JEFE DE CARRO
2. CARGADOR
3. TIRADOR
4. CONDUCTOR

Figura 22. Resultados visuales de la encuesta. Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE RIESGOS
1. JEFE DE CARRO
2. CARGADOR
3. TIRADOR
4. CONDUCTOR

Figura 23. Resultados visuales del análisis de riesgos. Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, si comparamos la encuesta y el análisis de riesgos los dos miembros



principales que podrían hacer las funciones del observador avanzado, también están en concordancia con los resultados dados por el Capitán Navarro en su entrevista.

En el instante que se ha descartado tanto el conductor como el tirador, se ha estudiado la posibilidad de implementar el Sistema TALOS de forma que pueda ser de uso por el cargador o el jefe de carro.

Para ese fin, se ha realizado el análisis técnico como se ha detallado en la metodología del trabajo. En este momento se puede concluir que ambos miembros pueden ejercer las funciones del OAV, pero una vez se ha llegado a esta conclusión hay que hacerse la pregunta de ¿Quién es el miembro que optimiza estas funciones?

Con ese propósito se ha vuelto a comparar los resultados de los análisis que se han realizado para estudiar este objetivo. Y aunque el análisis PERT nos llevaría a evitar al jefe de carro, como se ha explicado anteriormente este análisis no tiene tanta importancia con respecto al resto. Por ello, se concluye con el jefe de carro como tripulante más óptimo para ejercer esos cometidos.

En cuanto a la estructura orgánica de una Compañía de carros con un observador avanzado integrado se realizó una pregunta en la entrevista sobre las capacidades que le da un observador avanzado a una Compañía de carros. Las conclusiones que se han obtenido han sido bastante favorables, ya que para una Compañía de carros disponer de un OAV les supone una gran ventaja operativa.

Por esta razón, se ha estudiado la estructura orgánica de la CICC (figura 3) y se ha llegado a la conclusión que el vehículo auxiliar del Capitán jefe de Compañía, puede ser este observador Avanzado, puesto que no se eliminan carros a las secciones y tampoco influye en la maniobra de la Compañía.

Para conocer las debilidades a las que se encuentran los carros de combate actualmente se ha utilizado el DAFO para obtener estas conclusiones.

Entre otras se puede destacar la dificultad de movimiento del carro de combate en ciertos terrenos. Un claro ejemplo de ello es la rasputisa, esta es un fenómeno que produce una infiltración de agua generándose un mar de lodo. En la Guerra de Ucrania, ambos bandos están teniendo en cuenta este fenómeno en sus planeamientos, ya que pueden provocar que los carros se queden inoperativos en ese terreno.

Otra debilidad a la que se enfrenta el carro de combate en la actualidad es el uso de drones. Se han podido ver vídeos en las redes sociales de Merkava israelíes inoperativos tras el lanzamiento de una granada desde un dron. Estos drones han sido claves en muchas operaciones realizadas en la Guerra de Ucrania y ha supuesto que muchos países hayan aumentado su presupuesto para adquirir este tipo de armamento.

Finalmente, el carro de combate supone un gran gasto económico, ya que tanto el mantenimiento del carro como la necesidad de adquirir los repuestos necesarios suponen grandes cantidades monetarias.

Además, es importante destacar que este trabajo deja abiertas las bases para futuras investigaciones en el campo de los carros de combate. Se pueden identificar áreas de interés que pueden ser estudiadas en el futuro como la implementación de medios que minimicen el impacto del uso de drones sobre los carros de combate.



6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arandojo, P. M., 2020. *Plataforma virtual para el aprendizaje de tripulantes de carro de combate*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.

Artero, C. F. C., 2008. *Futuro de los carros de combate Leopard*. Madrid: Escuela Superior de las Fuerzas Armadas.

Defense Industry Daily, 2005. *Spain Finalizes Buy of 108 Leopard 2A4 Tanks*. [En línea] [Último acceso: 2023].

Departamento de Técnica Militar, 2016. *Manual Didáctico Leopard 2E A-213*. Toledo: Ministerio de Defensa.

Fidalgo, F. J. C., 2015. La infantería española. p. 25.

García-Gutiérrez, I. N., 2016. *Carros de combate, cruzando la línea*. Primera ed. s.l.:Visión de libros.

GMW, s.f. TALOS GMW. [En línea] Available at: <http://www.gmv.com/productos/defensa-y-seguridad/talos-gmv> [Último acceso: 20 09 2023].

Grupo de artillería II de la Legión, 2018. *Sistema TALOS*. Almería: Ejército de Tierra.

Instituto de Historia y Cultura Militar, 2019. *España y la Gran Guerra*. Madrid: Ministerio de Defensa.

Instituto de Historia y Cultura Militar, 2022. *100 años de fuerzas y medios acorazados en España*. Primera ed. Madrid: Ministerio de Defensa.

MADOC, 2015. *Equipo de observador de artillería de campaña (MI-304)*. Granada: Ministerio de Defensa.

MADOC, 2019. *Táctica y Logística I*. Granada: Ejército de Tierra.

MADOC, 2022. *Empleo de las pequeñas unidades de infantería: Compañía de infantería de carros de combate (PD4-100)*. Granada: Ejército de Tierra.

Ministerio de Defensa, 2000. *Libro Blanco de la Defensa*. Madrid: Centro de Publicaciones.

Pooley, C. S., 2021. Análisis histórico de la Batalla de kursk 1943 (Operación Ciudadela). *cuadernos de Difusión*, I(45), p. 22.

Revista Ejército, 2022. *Primer cuadernario de las fuerzas acorazadas en España*. 980 ed. Madrid: Ministerio de Defensa.

Tank archives, 2023. Twitter. [En línea] Available at: <http://www.twitter.com> [Último acceso: 19 09 2023].



ANEXOS



Anexo I

Características del Leopard 2^{a4}

- País de origen: Alemania
- Fecha de fabricación: 1962
- Tripulación: 4
- Peso: 55tm
- Motor: Continental av-1790-2^a diésel, 760 CV
- Transmisión: Caja de cambios automática Allison con 2 gamas hacia delante y 1 hacia atrás
- Velocidad: 68 km/h
- Autonomía: 500 km
- Armamento: 1 cañón L/44 de 120 mm y ánima lisa, 2 ametralladoras de 7,62 mm
- Blindaje: Chapa de acero de entre 12 y 110 mm





Anexo II

Características del Leopard 2E

- Origen: Krauss Maffei Wegann (Alemania)
- Fabricación: Santa Bárbara Systems (España)
- Tripulación: 4 tripulantes
- Peso: 62 toneladas
- Potencia: 1500 CV
- Transmisión: Convertidor hidromecánico de par y dirección
- Longitud: 9,67 m
- Velocidad: 70 km/h
- Autonomía: 340 km/h
- Armamento: Cañón de 120 mm y 2 ametralladores 7,62 mm
- Munición: 42 proyectiles

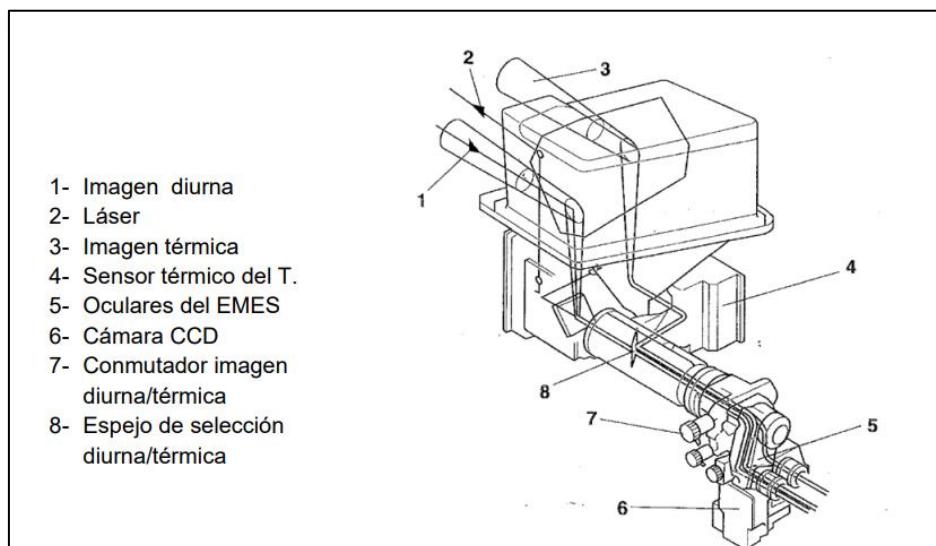




Anexo III

Características del láser

- Seguridad del láser: Según EN 60825-1/97
- Clase del láser: 3^a
- Tipo: Nd YAG con célula Ramán
- NOHD: 0 m
- EOHD: 69 m (Lente de aumento 10x50)
42 m (Lente de aumento 8x30)
28 m (Lente de aumento 7x50)
- Tren de pulsos:
 - Potencia normal: 1 Hz, 30 disparos en 90 s
 - Aplicación práctica: Campo de batalla
- Indicador de distancia: 3 dígitos luminosos en el ocular
- Alcance: 200 – 9990 m
- Límite para blancos próximos: 200 m
- Precisión: 5 m





ANEXO IV

Datos análisis PERT

Jefe de carro\Tipo	Optimista	Más probable	Pesimista
CIMA	262	280	290
Instrucción diurna	64	83	107
Instrucción nocturna	104	128	166

Conductor\Tipo	Optimista	Más probable	Pesimista
Carnet F	73	85	120
Instrucción diurna	80	115	136
Instrucción nocturna	129	157	185

Tirador\Tipo	Optimista	Más probable	Pesimista
Curso cargador/tirador	168	211	260
Instrucción diurna	55	85	123
Instrucción nocturna	94	115	164

Cargador\Tipo	Optimista	Más probable	Pesimista
Curso cargador/tirador	135	145	187
Instrucción diurna	51	76	104
Instrucción nocturna	87	125	149



ANEXO V

Rangos

Jefe de Carro	RANGOS
CIMA	(273.99, 283.33)
Instrucción diurna	(76.66, 91)
Instrucción nocturna	(118.67, 139.33)

Conductor	RANGOS
Carnet F	(81, 96.66)
Instrucción diurna	(103.34, 122)
Instrucción nocturna	(147.67, 166.33)

Tirador	RANGOS
Curso tirador	(196.67, 227.33)
Instrucción diurna	(75, 97.66)
Instrucción nocturna	(108, 131.34)

Cargador	RANGOS
Curso cargador	(141.66, 159)
Instrucción diurna	(67.67, 85.33)
Instrucción nocturna	(102.34, 123)



ANEXO VI

Encuesta

Pregunta 1. Considera el TOA un medio factible para su empleo por los observadores avanzados.

- Sí
- No

Pregunta 2. ¿Es viable la integración de un OAV en un carro de combate?

- Sí
- No

Pregunta 3. Si se trata de unidades acorazadas. ¿Qué vehículo se adapta más a las capacidades de la unidad para ejercer los cometidos de un observador?

- TOA
- Leopard 2E

Pregunta 4. Considera factible instruir a un OAV para ser miembro de la tripulación de un carro de combate.

- Sí
- No

Pregunta 5. Seleccione el puesto de la tripulación que debería ejercer de OAV

- Jefe de carro
- Tirador
- Conductor
- Cargador



ANEXO VII

Análisis de riesgos

ID	Descripción riesgo	Causa del riesgo	Impacto (H,M,L)	Probabilidad (1,2,3)	Clase riesgo
1	EL CARRO DE COMBATE ENTRA EN UN COMBATE DE ENCUENTRO	EL CARRO DE COMBATE SE ENCUENTRA EN ZONA DE OPERACIONES Y ENTRA EN COMBATE CON OTRO CARRO DE COMBATE	H	3	3H
2	EL CARRO DE COMBATE RECIBE UN IMPACTO ENEMIGO	EL CARRO DE COMBATE RECIBE EL IMPACTO DE UN PROYECTIL LANZADO POR EL ENEMIGO	H	1	1H
3	LAS TRANSMISIONES DEL CARRO DE COMBATE NO FUNCIONAN	LAS TRANSMISIONES DEL CARRO DE COMBATE DEJAN DE FUNCIONAR DEBIDO A UN PROBLEMA CON LAS RADIOS PR4G	H	2	2H
4	ACCION DE FUEGO SOBRE EL ENEMIGO	LA UNIDAD QUIERE REALIZAR UNA ACCIÓN DE FUEGO SOBRE EL ENEMIGO	H	3	3H
5	EL OAV NO PUEDE HACER USO DEL TALOS	EL OBSERVADOR AVANZADO NO PUEDE USAR EL TALOS YA QUE SU USO LE ESTÁ DANDO PROBLEMAS	M	2	2M
6	EL BMS DEL CARRO NO FUNCIONA	EL BMS DEL CARRO DE COMBATE NO SE PUEDE CONFIGURAR CORRECTAMENTE	H	2	2H
7	NO FUNCIONA LA AMETRALLADORA COAXIAL	SE VAA A DISPARAR LA AMETRALLADORA COAXIAL Y HAY UNA INTERRUPCIÓN	L	1	1L



ANEXO VIII

Efectos de los riesgos

Efectos riesgo	Medida / Alternativas	Nuevo riesgo
EL JEFE DE VEHÍCULO ES EL RESPONSABLE DE LA MANIOBRA DE SU CARRO DE COMBATE	N/D	EL JEFE DE VEHÍCULO DEBERÁ SUPERVISAR LA MANIOBRA DE SU CARRO DE COMBATE MIENTRAS HACE LAS FUNCIONES DEL OAV
EL JEFE DE VEHÍCULO DIRIGIRE LA MANIOBRA DE SU CARRO DE COMBATE TRAS EL IMPACTO DEL PROYECTIL	N/D	EL JEFE DE VEHÍCULO DEBE SUPERVISAR LOS DAÑOS Y LA MANIOBRA DE SU CARRO DE COMBATE MIENTRAS HACE LAS FUNCIONES DE OAV
EL JEFE DE VEHÍCULO ES EL RESPONSABLE DE RECUPERAR LAS TRANSMISIONES DEL CARRO	N/D	EL JEFE DE VEHÍCULO DEBE ASEGUARARSE DE HACER FUNCIONAR LAS TRANSMISIONES MIENTRAS HACE LOS COMETIDOS DE OAV
EL JEFE DEL CARRO HARÁ USO DE LOS MEDIOS PARA PODER CALIFICAR Y CORREGIR EL TIRO	N/D	N/D
EL JEFE DE VEHÍCULO NO PODRÁ CALCULAR LOS DATOS DE TIRO A TRAVÉS DEL SISTEMA TALOS	EL JEFE DE VEHÍCULO DEBE CORREGIR LOS DATOS MANUALMENTE Y ENVIARLOS POR LA RADIO	N/D
EL JEFE DE CARRO DEBE ASEGUARARSE DE VOLVER A CONFIGURARLO PARA PODER CONTROLAR LA MANIOBRA DE LA UNIDAD	N/D	EL JEFE DE VEHICULO DEBE CONFIGURAR EL BMS MIENTRAS HACE SUS FUNCIONES DE OAV
LA AMETRALLADORA COAXIAL ES FUNCIÓN DEL CARGADOR	N/D	N/D

Efectos riesgo	Medidas/Alternativas	Nuevo riesgo
EL CARGADOR DEBE MUNICIONAR EL CAÑON	N/D	EL CARGADOR DEBE MUNICIONAR EL CAÑON MIENTRAS CORRIGE Y CALIFICA EL TIRO
EL CARGADOR DEBE OBSERVAR SI HAY ALGUNA AVERÍA	N/D	EL CARGADOR DEBE VER LOS DAÑOS SUFRIDOS MIENTRAS OBSERVA EL TIRO
EL CARGADOR DEBE SOLUCIONAR EL PROBLEMA SI SE TRATA DE LAS RADIOS QUE ESTÁN BAJO SU RESPONSABILIDAD	N/D	EL CARGADOR DEBE SOLUCIONAR EL PROBLEMA MIENTRAS HACE LAS FUNCIONES DE OBSERVADOR AVANZADO
EL CARGADOR NO PODRÁ CALIFICAR YA QUE NO PUEDE HACER USO DE LOS MEDIOS DEL CARRO	EL CARGADOR PODRÁ SOLICITAR LOS DATOS DE TIRO AL JEFE DE CARRO	EL CARGADOR DEBE ESPERAR A RECIBIR LOS DATOS DE TIRO EN UN MOMENTO CLAVE DE LA MANIOBRA
EL CARGADOR NO PODRÁ CORREGIR LOS DATOS DE TIRO A TRAVÉS DEL SISTEMA TALOS	EL CARGADOR DEBE CALCULAR LOS DATOS MANUALMENTE	N/D
EL BMS NO ES RESPONSABILIDAD DEL CARGADOR	N/D	N/D
EL CARGADOR TENDRÁ QUE CORREGIR LA INTERRUPCIÓN	N/D	EL CARGADOR DEBE CORREGIR LA INTERRUPCIÓN MIENTRAS HACE SUS FUNCIONES DE OBSERVADOR

Efectos riesgo	Medidas/Alternativas	Nuevo riesgo
EL TIRADOR DEBERÁ APUNTAR EN TODO MOMENTO AL ENEMIGO SIN PERDER EL CONTROL SOBRE ESTE	N/D	EL TIRADOR DEBE APUNTAR Y CORREGIR SIMULTÁNEAMENTE
EL TIRADOR DEBERÁ LOCALIZAR LA POSICIÓN DEL CARRO ENEMIGO QUE NOS HA HECHO FUEGO PARA HACERLE FRENTE	N/D	EL TIRADOR DEBE APUNTAR Y CORREGIR SIMULTÁNEAMENTE
LOS ENCARGADOS DE LAS TRANSMISIONES DEL CARRO DE COMBATE SON FUNCIONES TANTO DEL CARGADOR COMO DEL JEFE DE VEHÍCULO	N/D	N/D
EL TIRADOR NO PODRÁ CALIFICAR YA QUE NO PUEDE HACER USO DE LOS MEDIOS DEL CARRO	EL TIRADOR SOLICITARÁ LOS DATOS AL JEFE DE CARRO	EL TIRADOR DEBERÁ ESPERAR LOS DATOS DEL JEFE DE CARRO
EL TIRADOR NO PODRÁ TRANSMITIR LA INFORMACIÓN AL JEFE DE APOFO A TRAVÉS DEL SISTEMA TALOS	EL TIRADOR CALCULA LOS DATOS MANUALMENTE	EL TIRADOR NO PODRÁ CORREGIR Y CONTROLAR LA TORRE SIMULTÁNEAMENTE
EL BMS NO ES RESPONSABILIDAD DEL TIRADOR	N/D	N/D
LA AMETRALLADORA NO PUEDE SER USADA HASTA QUE SEA SOLUCIONADA LA INTERRUPCIÓN	N/D	N/D



ANEXO VIII

Efectos de los riesgos

Efectos riesgo	Medidas/Alternativas	Nuevo riesgo
EL CARGADOR DEBE MUNICIONAR EL CAÑON	N/D	EL CARGADOR DEBE MUNICIONAR EL CAÑON MIENTRAS CORRIGE Y CALIFICA EL TIRO
EL CARGADOR DEBE OBSERVAR SI HAY ALGUNA AVERÍA	N/D	EL CARGADOR DEBE VER LOS DAÑOS SUFRIDOS MIENTRAS OBSERVA EL TIRO
EL CARGADOR DEBE SOLUCIONAR EL PROBLEMA SI SE TRATA DE LAS RADIOS QUE ESTÁN BAJO SU RESPONSABILIDAD	N/D	EL CARGADOR DEBE SOLUCIONAR EL PROBLEMA MIENTRAS HACE LAS FUNCIONES DE OBSERVADOR AVANZADO
EL CARGADOR NO PODRÁ CALIFICAR YA QUE NO PUEDE HACER USO DE LOS MEDIOS DEL CARRO	EL CARGADOR PODRÁ SOLICITAR LOS DATOS DE TIRO AL JEFE DE CARRO	EL CARGADOR DEBE ESPERAR A RECIBIR LOS DATOS DE TIRO EN UN MOMENTO CLAVE DE LA MANIOBRA
EL CARGADOR NO PODRÁ CORREGIR LOS DATOS DE TIRO A TRAVÉS DEL SISTEMA TALOS	EL CARGADOR DEBE CALCULAR LOS DATOS MANUALMENTE	N/D
EL BMS NO ES RESPONSABILIDAD DEL CARGADOR	N/D	N/D
EL CARGADOR TENDRÁ QUE CORREGIR LA INTERRUPCIÓN	N/D	EL CARGADOR DEBE CORREGIR LA INTERRUPCIÓN MIENTRAS HACE SUS FUNCIONES DE OBSERVADOR