



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Adaptación de un afuste polivalente para su empleo
por parte del Explorador del VEC

C.A.C D. Juan Francisco Montalbán Escandell

Director académico: Col. D. Carlos Luis Ruiz López

Director militar: Cap. D. Andrés Muñoz Egido

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2023

Agradecimientos

Me gustaría agradecer al Comandante de Caballería D. Alberto García García y al capitán de Caballería D. Francisco Simón Ormaechea por inculcarme los primeros valores de la Especialidad Fundamental de Caballería.

Además, quisiera agradecer a todo el personal del GCLAC "Reyes Católicos" II de la Legión por recibirme en su unidad, y en especial, a todo el personal del tercer Escuadrón Ligero Acorazado, desde el capitán D. Andrés Muñoz Egido, pasando por el teniente D. César Torrejón Miralles y llegando hasta el último de los caballeros legionarios, de los cuales he podido aprender en gran cantidad, tanto en cuanto conocimientos técnicos como en crecimiento personal y formación en valores.

Agradecer también a mi Director Académico, el coronel de Caballería D. Carlos Luis Ruiz López por la atención recibida, su completa disposición para recibir cualquier tipo de consulta y por ayudarme a estructurar las ideas que he ido planteando a lo largo de nuestra colaboración.

Por último, agradecer a todos mis compañeros de Especialidad Fundamental, por ayudarme siempre que lo he necesitado y por aclararme las innumerables dudas que van surgiendo en el camino.

PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO

RESUMEN

El Vehículo de Exploración de Caballería es por excelencia el vehículo insignia de la Caballería Española en ámbitos de reconocimiento. Sin embargo, dicho vehículo cuenta con muchos años de servicio, por lo que sus capacidades se ven reducidas día a día con respecto a sus homólogos.

El objetivo principal de este proyecto es proponer una adaptación del VEC consistente en el diseño de una modificación del afuste polivalente que el Ejército de Tierra posee en dotación actualmente para así permitir el uso de una ametralladora en el puesto de explorador. Asimismo, también se propone como objetivo el estudio, análisis y la adquisición de un telémetro laser que complementa dicho puesto.

Para lograr este objetivo se han empleado diversas metodologías tanto cualitativas como cuantitativas: análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades, Diagrama de Gantt, Project Charter, análisis de riesgos, la herramienta "la Casa de la Calidad", encuestas a grupos de expertos, métodos de observación directa, análisis de materiales, revisión bibliográfica, Radar Chart y finalmente la herramienta de decisión multicriterio AHP (Analytic Hierarchy Process). Además, se ha utilizado el programa SolidWorks para el diseño de la propuesta de afuste en 3D.

Posteriormente, se han estudiado las misiones y las funciones del explorador, obteniendo como resultado que su función principal es la observación desde el vehículo, así como la defensa del sector de retaguardia de este. Además, se ha realizado una revisión del afuste polivalente actual, para así poder realizar el diseño del adaptador.

Tras realizar el estudio del marco teórico, se han aplicado las distintas metodologías propuestas anteriormente, dividiendo estas en cuatro grupos: planificación del proyecto, desarrollo del proyecto, diseño 3D y métodos de decisión.

Por último, se expone la solución al objetivo principal del proyecto, aportando un diseño acotado de tres piezas fabricadas en acero inoxidable (afuste) que permite el uso de distintas ametralladoras por parte del explorador del VEC. Además, se establece que el telémetro Bushnell nitro 1800 es el óptimo para cumplir la misión del explorador.

PALABRAS CLAVE

- VEC.
- Afuste polivalente.
- Telémetro láser.
- Explorador.
- Caballería.

ABSTRACT

The Cavalry Exploration Vehicle is par excellence the flagship vehicle of the Spanish Cavalry in reconnaissance areas, however, said vehicle has many years of service, so its capabilities are reduced day by day with respect to its counterparts.

The main objective of this project is to propose an adaptation of the VEC consisting of the design of a modification of the multipurpose mount that the Army currently has in its possession to allow the use of a machine gun in the scout position. Likewise, the study, analysis and acquisition of a laser rangefinder that complements said position is also proposed as an objective.

To achieve this objective, various qualitative and quantitative methodologies have been used: analysis of Weaknesses, Threats, Strengths and Opportunities, Gantt Chart, Project Charter, risk analysis, the "House of Quality" tool, surveys of expert groups, direct observation methods, material analysis, bibliographic review, Radar Chart and finally the multi-criteria decision tool AHP (Analytic Hierarchy Process). In addition, the SolidWorks program has been used to design the 3D mounting proposal.

Subsequently, the missions and functions of the explorer have been studied, resulting in its main function being observation from the vehicle, as well as the defence of its rear sector. In addition, a review of the current multipurpose mount has been carried out, to be able to design the adapter.

After carrying out the study of the theoretical framework, the different methodologies proposed above are applied, dividing these into four groups, project planning, project development, 3D design and decision methods. In this section, the results of the problems raised are obtained.

Finally, the solution to the main objective of the project is presented, providing a limited design of three pieces made of stainless steel that allows the use of different machine guns by the VEC explorer. Furthermore, it is established that the Bushnell nitro 1800 rangefinder is optimal to fulfil the explorer's mission.

KEYWORDS

- VEC.
- Multipurpose gun carriage.
- Laser rangefinder.
- Explorer.
- Cavalry.

INDICE DE CONTENIDO

<i>Agradecimientos</i>	<i>I</i>
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
INDICE DE FIGURAS	VII
ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS	XI
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 CONTEXTO	1
1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN	2
1.3 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA	3
2 OBJETIVOS Y ALCANCE	4
3 METODOLOGÍA	5
3.1 DAFO	5
3.2 DIAGRAMA DE GANTT	6
3.3 PROJECT CHARTER	7
3.4 ANÁLISIS DE RIESGOS	7
3.5 QFD	8
3.6 APQP	9
3.7 ENCUESTAS A GRUPOS DE EXPERTOS	9
3.8 OBSERVACIÓN DIRECTA.....	9
3.9 AHP.....	10
3.10 MODELADO 3D	11
3.11 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	11
3.12 RADAR CHART	11

4	ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	12
5	DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS	18
5.1	Grupos de expertos	18
5.2	Planificación del proyecto	18
5.2.1	Diagrama de Gantt	18
5.2.2	Project Charter	19
5.2.3	Análisis de riesgos	19
5.3	Desarrollo del proyecto	21
5.3.1	Análisis DAFO	21
5.3.2	QFD	22
5.3.3	Encuestas a grupos de expertos	23
5.3.4	Observación directa	26
5.3.5	Análisis de materiales	26
5.3.6	Revisión bibliográfica	27
5.4	Diseño 3D	28
5.5	Métodos de decisión	31
5.5.1	Radar Chart	31
5.5.2	Metodología AHP	32
6	CONCLUSIONES	39
7	BIBLIOGRAFÍA	41

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Logo vehículo de exploración 8x8 Dragón. Fuente: Ministerio de Defensa</i>	1
<i>Figura 2 - Logo Brigada Experimental 2035. Fuente: Ministerio de Defensa</i>	2
<i>Figura 3 - Explorador de VEC con su armamento actual. Fuente: Infodefensa</i>	5
<i>Figura 4 - Estructura de un análisis DAFO. Fuente: Innóvate para el empleo</i>	6
<i>Figura 5 - Estructura de un Diagrama de Gantt. Fuente: Tactic</i>	6
<i>Figura 6 - Estructura de la Casa de la Calidad. Fuente: PDCA Home</i>	8
<i>Figura 7 - Fases del APQP. Fuente: Asociación Española para la Calidad</i>	9
<i>Figura 8 Gráfico de criterios y subcriterios del método AHP. Fuente: Elaboración propia</i>	10
<i>Figura 9 - Ejemplo Radar Chart. Fuente: Elaboración propia</i>	11
<i>Figura 10 - Estructura orgánica del GCLACLEG II. Fuente: Presentación asignatura Combate de la Caballería</i>	12
<i>Figura 11 - Estructura orgánica ELAC. Fuente: Presentación asignatura Combate de la Caballería</i>	13
<i>Figura 12 - Vista superior del VEC. Fuente: MT6-202</i>	14
<i>Figura 13 Componentes del pasillo de exploradores. Fuente: MT6-201</i>	16
<i>Figura 14 - Contenido de un afuste polivalente. Fuente: MT-913</i>	17
<i>Figura 15 - Ejemplo de vista de un telémetro láser. Fuente: PCE Ibérica</i>	17
<i>Figura 16 - Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia</i>	18
<i>Figura 17 - Extracto Project Charter. Fuente: Elaboración propia</i>	19
<i>Figura 18 - Matriz de riesgos. Fuente: Elaboración propia</i>	20
<i>Figura 19 - Análisis DAFO. Fuente: Elaboración propia</i>	22
<i>Figura 20 - Extracto QFD. Fuente: Elaboración propia</i>	23
<i>Figura 21 - Pregunta 3 encuesta 1. Fuente: Elaboración propia</i>	24
<i>Figura 22 - Pregunta 10 de la encuesta 1. Fuente: Elaboración propia</i>	24
<i>Figura 23 - Pregunta 2 encuesta 2. Fuente: Elaboración propia</i>	25
<i>Figura 24 - Pregunta 4 encuesta 2. Fuente: Elaboración propia</i>	25
<i>Figura 25 - Fragmento de la Orden de Operaciones realizada. Fuente: Elaboración propia</i>	26

<i>Figura 26 - Propiedades del Acero Inoxidable. Fuente: Solidworks</i>	<i>27</i>
<i>Figura 27 - Cilindro principal del adaptador. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>28</i>
<i>Figura 28 - Pasador del adaptador. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>28</i>
<i>Figura 29 - Seguro del pasador del adaptador. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>29</i>
<i>Figura 30 - Adaptador del afuste ensamblado. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>29</i>
<i>Figura 31 - Plano con medidas del Cilindro principal del adaptador. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>30</i>
<i>Figura 32 - Radar Chart. Elaboración Propia.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 33 - Esquema fases del AHP. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 34 - Criterios y subcriterios AHP. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 35 - Escala de Saaty. Fuente: Universitat Politècnica de València</i>	<i>33</i>
<i>Figura 36 - Peso de los criterios. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>34</i>
<i>Figura 37 - Matriz criterios. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>34</i>
<i>Figura 38 - Peso subcriterios precisión. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>34</i>
<i>Figura 39 - Matriz subcriterios precisión. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 40 - Peso subcriterios alcance. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>35</i>
<i>Figura 41 - Matriz subcriterios alcance. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 42 - Evaluación precisión láser. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 43 - Evaluación precisión calculador. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>36</i>
<i>Figura 44 - Evaluación resistencia. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 45 - Evaluación distancia efectiva. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>36</i>
<i>Figura 46 - Evaluación potencia óptica. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 47 - Evaluación diámetro objetivo. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>37</i>
<i>Figura 48 - Matriz evaluación de las alternativas. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>37</i>
<i>Figura 49 - Matriz de decisión. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>38</i>
<i>Figura 50 - Telémetro Bushnell nitro 1800. Fuente: Borchers</i>	<i>38</i>
<i>Figura 51 - Propiedades del Acero Inoxidable. Fuente: Solidworks</i>	<i>69</i>
<i>Figura 52 - Propiedades del Acero. Fuente: Solidworks.....</i>	<i>69</i>

<i>Figura 53 - Propiedades del Aluminio. Fuente: Solidworks</i>	<i>70</i>
<i>Figura 54 - Propiedades del Hierro. Fuente: Solidworks</i>	<i>70</i>
<i>Figura 55 - Propiedades del Titanio. Fuente: Solidworks</i>	<i>71</i>
<i>Figura 56 - Propiedades del Tungsteno. Fuente: Solidworks</i>	<i>71</i>

PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO

ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AHP – Analytic Hierarchy Process

AML – Ametralladora Ligera

AMM – Ametralladora Media

AMP – Ametralladora Pesada

APQP – Planificación Avanzada de la Calidad del Producto

BMR – Blindado Medio sobre Ruedas

BRIEX – Brigada Experimental

DAFO – Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades

DIDOM – Dirección de Doctrina, Orgánica y Materiales

ELAC – Escuadrón Ligero Acorazado

EPLMS – Escuadrón de Plana Mayor y Servicios

ET – Ejército de Tierra

GCLAC – Grupo de Caballería Ligero Acorazado

GCLACLEG – Grupo de Caballería Ligero Acorazado de la Legión

IED – Artefacto Explosivo Improvisado

JEMAD – Jefe de Estado Mayor de la Defensa

NBQ – Nuclear, Biológico, Químico

QFD – Quality Function Deployment

UAM – Unidad de Apoyo de Mantenimiento

VEC – Vehículo de Exploración de Caballería

VRCC – Vehículo de Reconocimiento y Combate de Caballería

VERT – Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre

PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO



1 INTRODUCCIÓN

1.1 CONTEXTO

La caballería española es por excelencia la especialidad fundamental del reconocimiento, de la seguridad y del contacto. Por ello, está caracterizada por su velocidad, es decir, es capaz de desplazarse y realizar combates en tiempos muy cortos; por poseer una gran movilidad, debido a su gran capacidad de moverse por todo tipo de terreno y en cualquier condición ambiental; por su flexibilidad, haciendo referencia a la posibilidad de adaptarse a los cambios de situación; por su fluidez, ya que dispone de gran capacidad de articularse, desplegar y reagruparse. [1]

Debido a sus características, uno de los vehículos insignia es el Vehículo de Exploración de Caballería, un vehículo blindado creado por la empresa ENASA-Pegaso, que ha evolucionado en la actual Santa Bárbara Sistemas. Este vehículo está destinado al reconocimiento, debido a su gran movilidad táctica con una gran capacidad de superación de obstáculos, además de su potencia de fuego, ya que está dotado con un cañón de 25mm. [2]

La situación actual es la de un vehículo adquirido por el Ejército de Tierra entre 1980 y 1984 y modernizados en 1990 para dotarles de un mayor blindaje. Por ello, el VEC dispone de sistemas de armas en proceso de obsolescencia, por lo que sus capacidades frente a vehículos similares en el panorama internacional son muy limitadas. Como consecuencia, con el presente proyecto se pretende realizar un estudio de una posible mejora en el mencionado vehículo, concretamente en la potencia de fuego y la capacidad de observación del puesto táctico de explorador.

Por otro lado, se está buscando implementar el vehículo 8x8 Dragón en las unidades para así sustituir el antiguo VEC. El Dragón supone una importante mejora en la modernización de los medios actuales, debido a su aumento de protección, potencia de fuego y seguridad. Sin embargo, la entrega de esta adquisición se está retrasando debido a diversos problemas, entre los que se encuentra la incapacidad de adaptar una torre tripulada para la especialidad de Caballería a la barcaza. Es por esto, por lo que inicialmente todas las unidades disponibles se entregarán a la especialidad de Infantería, acrecentando así, aún más, la necesidad de mejorar las capacidades de los medios disponibles, en concreto, el VEC. [3]



Figura 1 - Logo vehículo de exploración 8x8 Dragón. Fuente: Ministerio de Defensa



1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Actualmente, la Brigada de la Legión constituye la Brigada Experimental de la Fuerza 2035, un plan propuesto como solución para dar respuesta al planeamiento liderado por el Jefe de Estado Mayor de la Defensa (JEMAD), que tiene como finalidad mantener unas Fuerzas Armadas eficaces y proporcionales al panorama internacional mediante el diseño, la experimentación y la mejora del equipamiento. [4]



Figura 2 - Logo Brigada Experimental 2035. Fuente: Ministerio de Defensa

Este plan surge debido a cinco factores principales: los grandes cambios en el entorno de la Seguridad y Defensa, derivados de la evolución tecnológica y la competición geopolítica; la necesidad de mantener la coherencia con las necesidades de la Defensa; el aumento de la interoperabilidad con los países de las Alianzas de las que España forma parte; la aparición de tecnologías disruptivas; la adaptación al creciente ritmo de innovación. [5]

El Grupo de Caballería Ligero Acorazado “Reyes Católicos” de La Legión, como parte de La Brigada de la Legión, contribuye en el ámbito de la caballería a estas mejoras acorde al plan Fuerza 2035.

El Trabajo de Fin de Grado fue propuesto por el Escuadrón Ligero Acorazado 3 del GCLAC “Reyes Católicos” de la Brigada “Rey Alfonso XIII” de la Legión, donde se han realizado las prácticas externas.



1.3 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

El presente trabajo se estructura en 6 capítulos expuestos a continuación.

En el primer y presente capítulo, se realiza una introducción al tema desarrollado en la memoria con el objetivo de contextualizar al lector y así dotarle de un conocimiento básico sobre el proyecto planteado.

En el segundo capítulo se determinan los objetivos a cumplir con la realización del proyecto, así como su alcance.

En el tercer capítulo se exponen las distintas herramientas que han sido utilizadas durante la realización del proyecto para así alcanzar los objetivos y alcance marcados en el punto anterior.

En el cuarto capítulo se expondrán los fundamentos teóricos que motivan la realización de esta investigación.

En el quinto capítulo se aplicarán todas las herramientas expuestas en el capítulo tercero, pero ya adaptadas al proyecto planteado, exponiendo la metodología aplicada y las soluciones obtenidas.

El sexto capítulo contiene las conclusiones derivadas de los resultados obtenidos en el capítulo anterior, resumiendo la solución al problema planteado.

Tras los seis capítulos mencionados anteriormente, se encontrarán tanto la bibliografía como los anexos con toda la información relevante para la resolución del presente proyecto.



2 OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo principal de este proyecto es proponer una adaptación del VEC consistente en el diseño de una modificación del afuste polivalente que el Ejército de Tierra tiene en dotación actualmente para así permitir el uso de una ametralladora en el puesto de explorador y con un telémetro para el mismo puesto. Esta adaptación conllevaría los siguientes objetivos específicos:

- Analizar las capacidades del Vehículo de Exploración de Caballería y las misiones del puesto de explorador.
- Determinar la amenaza a la que se puede enfrentar el vehículo.
- Modernizar los sistemas de armas del VEC.
- Aumentar la potencia de fuego en la parte trasera del VEC mediante el uso de una ametralladora.
- Aumentar la precisión del explorador mediante la introducción de una base fija para el armamento.
- Mejorar la capacidad de observación del explorador tanto si se encuentra en el vehículo como si se encuentra a pie.
- Permitir la medición de distancias por parte del explorador del VEC.
- Prolongar el tiempo de servicio del VEC mejorando sus capacidades.
- Introducir la adaptación a todas las unidades de Caballería del Ejército de Tierra que lo quieran implementar.

Para materializar y desarrollar estos objetivos, se van a seguir una serie de fases:

- Realizar un análisis que determine la viabilidad y rentabilidad de la adaptación para el GCLAC “Reyes Católicos”.
- Realizar un estudio que determine los requisitos requeridos para la instalación mediante el análisis de las necesidades de los stakeholders.
- Establecer los requerimientos necesarios referentes al diseño de un afuste polivalente y un telémetro.
- Comparar las distintas alternativas para después elegir la que más se ajuste a las necesidades.



Figura 3 - Explorador de VEC con su armamento actual. Fuente: Infodefensa

3 METODOLOGÍA

3.1 DAFO

El análisis DAFO, también conocido como FODA, se emplea en el contexto de la planificación estratégica y brinda la información esencial para implementar correcciones y promover mejoras. Esto culmina en la creación de una matriz, cuya representación visual se incluye más adelante. Su nombre se deriva de los componentes que se examinan durante el análisis, que son las áreas de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades. [6] [7]

Para realizar este tipo de análisis, lo mejor es separar los aspectos internos (debilidades y fortalezas) de los aspectos externos (amenazas y oportunidades) para analizarlos por pares.

Este tipo de análisis nos brinda numerosas ventajas como:

- Coste muy bajo o incluso nulo.
- Está enfocado a los factores relevantes para el proyecto.
- Permite aprovechar y explotar más las fortalezas que ofrece el proyecto.
- Permite conocer las debilidades del proyecto para así ser capaz de combatir las.

Por otro lado, también existen ciertas desventajas como:

- No ofrece soluciones.
- No prioriza entre los distintos problemas planteados.
- Puede ser complejo el realizar el estudio y se obtienen a menudo factores inciertos.



Figura 4 - Estructura de un análisis DAFO. Fuente: Innóvate para el empleo

3.2 DIAGRAMA DE GANTT

El gráfico de Gantt posibilita la identificación de las actividades en las que se emplearán los recursos, así como la duración de su uso. Esto permite evitar períodos de inactividad innecesarios y brinda al administrador una visión integral de la utilización de los recursos bajo su supervisión. [8]

El gráfico se utiliza para organizar tareas, asignarlas en un cronograma y visualizar su duración, inicio, finalización, y el tiempo total del proyecto. La herramienta también facilita el seguimiento del progreso y el cumplimiento de los plazos de cada actividad. [9]

La principal ventaja del gráfico de Gantt reside en que su creación solo requiere un nivel básico de planificación. En otras palabras, es necesario contar con un plan que se representará en forma de gráfico.

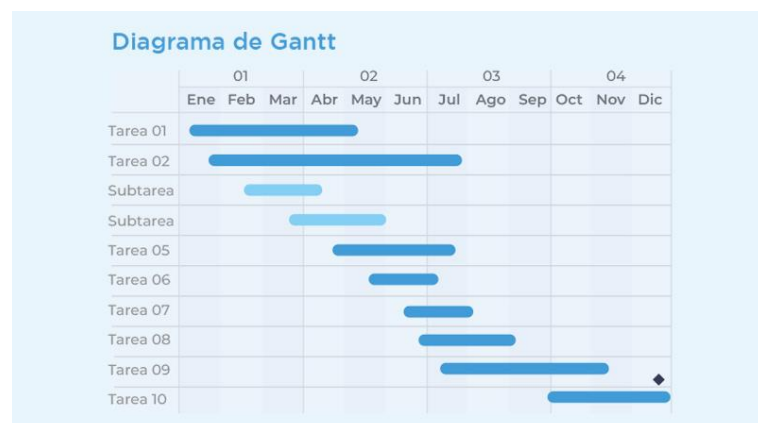


Figura 5 - Estructura de un Diagrama de Gantt. Fuente: Taktic



3.3 PROJECT CHARTER

- El acta de constitución de proyecto, o Project charter, es una planificación del proyecto a realizar, a muy alto nivel, con la finalidad de evaluar la factibilidad del proyecto dentro de las restricciones dadas. En él, se responden preguntas como: [10]
- ¿Qué es el proyecto?
- ¿Quién dirige el proyecto?
- ¿Qué recursos son necesarios?
- ¿Quiénes son los stakeholders?
- ¿Por qué se realiza el proyecto?
- Objetivos y alcance.
- Cronograma de hitos y entregables.
- Amenazas y oportunidades potenciales.

3.4 ANÁLISIS DE RIESGOS

El análisis de riesgos es una tarea básica en la gestión de cualquier empresa o proyecto. Este análisis consiste en identificar y analizar los diferentes riesgos a los que se puede enfrentar un proyecto, especialmente en aquellos que tengan un impacto directo sobre el producto final, así como cuando pueda afectar a ámbitos clave de la organización. Así, esta herramienta ayudará a realizar planes de contingencia para así reducir el impacto de los contratiempos a los que se enfrente el proyecto. [11]

Existen varios tipos de análisis de riesgos:

- El análisis cuantitativo de riesgos.

El análisis cuantitativo de riesgos es aquel que ocupará más esfuerzo, pero a su vez es el más eficaz. Este tipo de métodos otorgan un valor numérico a cada uno de los riesgos. Para realizar este método, existen varias técnicas, como el análisis de sensibilidad, el cual es el que se ha aplicado en el presente trabajo.

- El análisis cualitativo de riesgos.

Los métodos cualitativos son métodos fáciles y menos costosos que los cuantitativos, son útiles para aquellas empresas con menos recursos. Las técnicas más habituales que se utilizan para el análisis de riesgos cualitativos son el brainstorming o tormenta de ideas, las entrevistas o las encuestas a grupos de expertos.



3.5 QFD

El Quality Function Deployment, o Casa de la Calidad, es un método que se utiliza para crear productos acordes a las necesidades y los requerimientos de los usuarios. Con este método, se puede calcular numéricamente qué características hay que añadir o quitar a un producto, así como aquellas que no son necesarias y aportan sobrecoste al precio final del producto.

Por ello, la Casa de la Calidad, aporta una visión objetiva de las exigencias y gustos de los usuarios de un producto, los requisitos que este debe tener, un orden de prioridades en cuanto a las características más importantes y una comparación con los productos similares de la competencia para así poder ver en qué punto se encuentra el producto y en qué características hay que focalizar la atención de mejora. [12] [13]

Este método consta de seis partes diferenciadas:

- La lista de los QUÉ.
- El análisis de los QUÉ.
- La lista de los CÓMO.
- La relación entre los CÓMO.
- La relación entre los QUÉ y CÓMO.
- El análisis de los CÓMO.

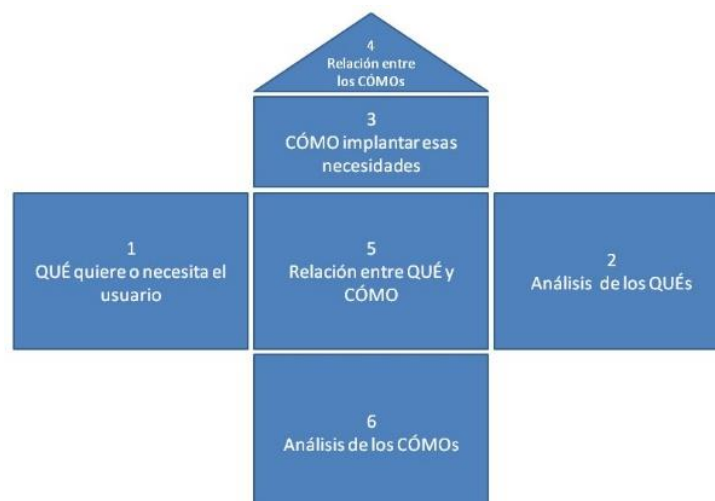


Figura 6 - Estructura de la Casa de la Calidad. Fuente: PDCA Home



3.6 APQP

La Planificación Avanzada de la Calidad del Producto juega un papel fundamental en la creación exitosa y eficaz de productos en la industria, mejorando en gran medida su calidad. Para lograrlo, emplea métodos como: [14]

La estandarización, que proporciona un método estructurado que garantiza entregables definidos; la optimización de la entrega de nuevos productos, asegurando la entrega con la debida calidad y en el tiempo estimado; la potenciación de las comunicaciones, que ayuda a establecer una comunicación efectiva entre los distintos escalones; el refuerzo de la visión preventiva.

El APQP tiene cinco fases. Planificación, diseño y desarrollo del producto, diseño y desarrollo del proceso, validación del producto y del proceso y producción y servicio postventa.

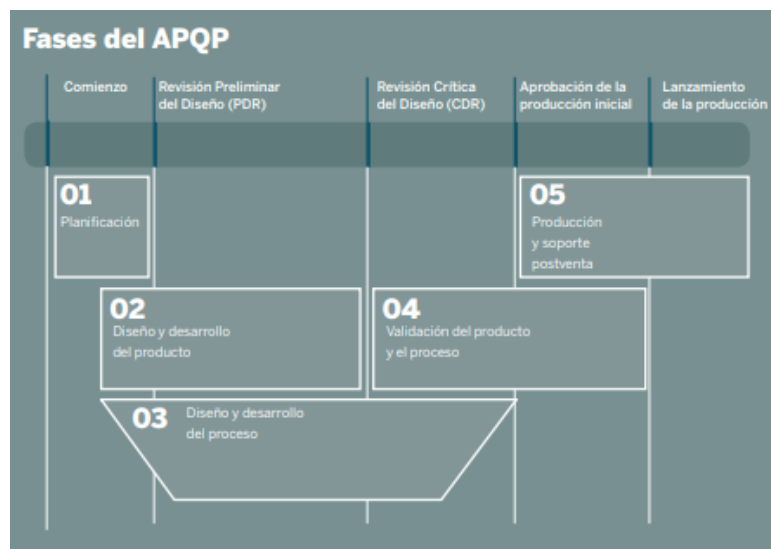


Figura 7 - Fases del APQP. Fuente: Asociación Española para la Calidad

3.7 ENCUESTAS A GRUPOS DE EXPERTOS

Consiste en la elaboración de un cuestionario con preguntas relacionadas al proyecto. Dicho cuestionario tiene que ser contestado por los distintos grupos de expertos que puedan tener conocimiento sobre el proyecto.

3.8 OBSERVACIÓN DIRECTA

Consiste en la observación de distintas actividades en las que se van a ver implicados los distintos objetivos del proyecto. Esta práctica, facilita el conocimiento de todo el entorno del objetivo, así como la manera de abordarlo.



3.9 AHP

El método Analytic Hierarchy Process es un método cuantitativo que se utiliza para la toma de decisiones multicriterio y que permite a su vez, crear una escala de prioridad entre los distintos criterios basándose en opiniones de expertos. [15]

Este proceso se puede descomponer en cuatro fases diferenciadas:

- Formulación del problema. En esta fase se marcan los objetivos, criterios, subcriterios y las alternativas del estudio.
- Evaluación de los criterios. Consiste en establecer el peso de cada uno de los criterios y subcriterios en la decisión.
- Evaluación de las alternativas. Se realizan las matrices de evaluación en las que se les otorga un valor a cada alternativa en cada uno de los distintos criterios y subcriterios.
- Jerarquización de la decisión. Mediante la matriz de decisión final obtenida de todo el proceso, se realiza una selección de las alternativas.

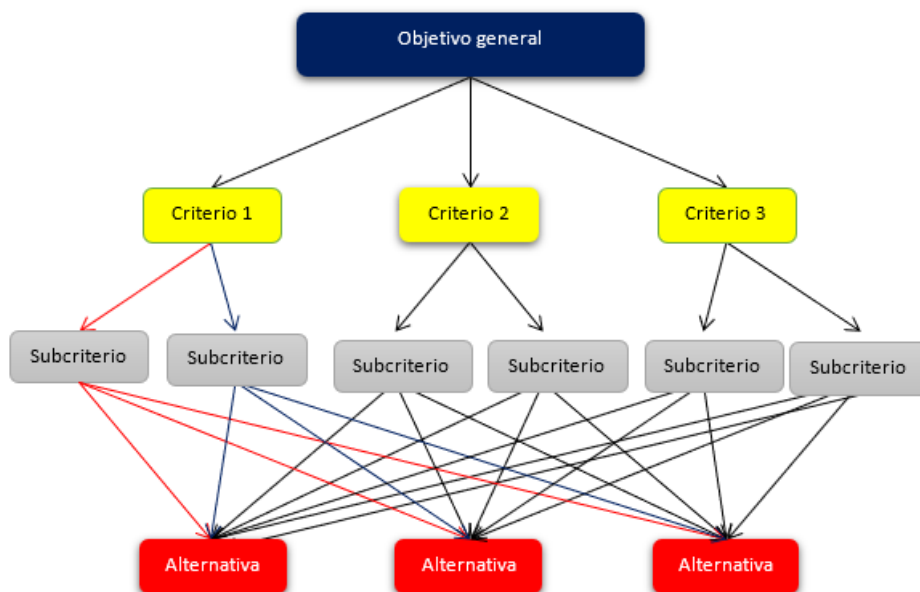


Figura 8 - Gráfico de criterios y subcriterios del método AHP. Fuente: Elaboración propia



3.10 MODELADO 3D

Se va a realizar un modelado en 3D mediante el programa SolidWorks para así poder diseñar el producto necesario. Este modelado estará completamente acotado para que sea posible su fabricación. [16]

3.11 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Consiste en la consulta de diversa bibliografía con la finalidad de obtener la máxima información útil posible acerca del ámbito de aplicación del proyecto. Dicha bibliografía consiste en numerosos manuales técnicos y de instrucción, así como consultas de información a la Dirección de Doctrina, Orgánica y Materiales.

3.12 RADAR CHART

La Gráfica de Radar, o también conocida como Diagrama de Araña, es una herramienta que muestra visualmente las características de un producto, permitiendo compararlas con las características de ese mismo producto en su estado ideal. [17]

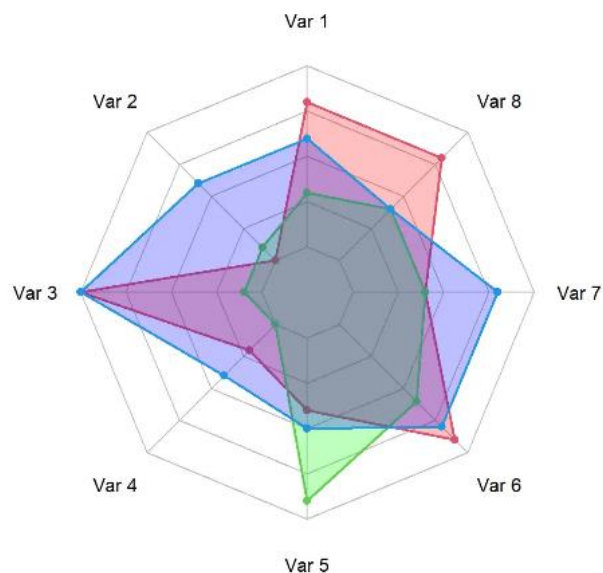


Figura 9 - Ejemplo Radar Chart. Fuente: Elaboración propia



4 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

La Brigada “Rey Alfonso XIII”, II de La Legión, es una unidad encuadrada en la División “Castillejos” que cuenta actualmente con unidades que son capaces de proporcionar un equilibrado conjunto de capacidades, entre las que se pueden destacar: [18]

- Su capacidad de proyección en distintos escenarios y durante largos periodos de tiempo.
- La capacidad de poder actuar en todo tipo de crisis, mediante el empleo de distintos tipos de medios y procedimientos, con gran versatilidad, adaptando su manera de actuar a la evolución de la situación.
- Su gran capacidad de integración con otras unidades y en estructuras conjunto-combinadas.
- La capacidad de colaboración con distintos actores, tanto civiles como militares, mediante el enfoque integral, sacando provecho de todas sus posibilidades.

Dentro de la Brigada de La Legión se encuentra el Grupo de Caballería Ligero Acorazado “Reyes Católicos” de La Legión. Este forma parte de los elementos fundamentales del reconocimiento y la seguridad táctica de la Especialidad Fundamental de Caballería.

En cuanto a la estructura del Grupo, este cuenta con tres Escuadrones Ligero Acorazados (ELAC) y con un Escuadrón de Plana Mayor y Servicios (EPLMS). Cada ELAC cuenta con dos secciones ligeras acorazadas, en base a VEC, con una sección acorazada, en base a VRCC Centauro, con una sección de exploración y vigilancia, en base a VAMTAC VERT y con un pelotón de morteros pesados en base a BMR. [1]

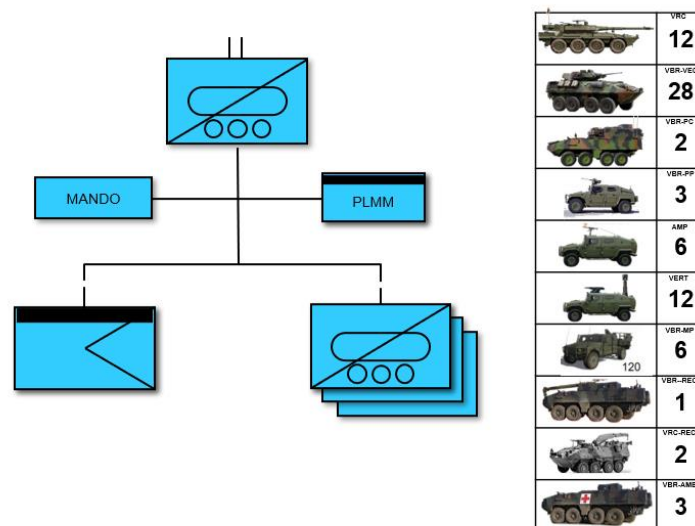


Figura 10 - Estructura orgánica del GCLACLEG II. Fuente: Presentación asignatura Combate de la Caballería



Con esto, cada ELAC cuenta con nueve VEC en plantilla, concretamente, cuatro por cada una de las secciones ligeras acorazadas, y uno para el jefe del ELAC. Además, cuenta con cuatro VRCC Centauro, pertenecientes a la sección acorazada, cuatro VAMTAC VERT, correspondientes a la sección de exploración y vigilancia, un VAMTAC para el pelotón de mando y dos BMR para el pelotón de morteros pesados.

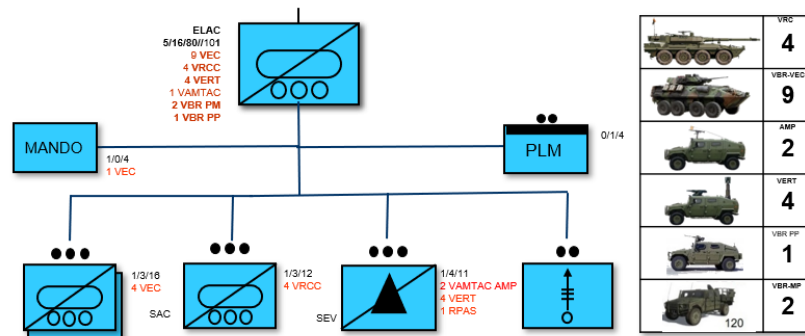


Figura 11 - Estructura orgánica ELAC. Fuente: Presentación asignatura Combate de la Caballería

Dado a que el VEC es el vehículo más abundante en cada uno de los ELAC, este tiene una gran importancia en el uso de las unidades de caballería, especialmente en misiones de reconocimiento. Es por ello por lo que se ha decidido centrar el objeto de este trabajo en el mencionado vehículo, con la finalidad de mejorar sus prestaciones actuales.

El VEC (BMR-625VEC) pertenece al grupo de vehículos BMR, los cuales están fabricados por ENASA, empresa que fue creada para dotar al Ejército español de vehículos acorazados tipo ruedas, con misiones fundamentales de exploración, transporte y despliegue, tanto en condiciones óptimas como en ambiente degradado, proporcionando protección y seguridad a la tripulación. Asimismo, su misión principal es el reconocimiento, la exploración y el combate, para lo cual está perfectamente capacitado ya que posee: [19]

- Alta movilidad todoterreno.
- Gran velocidad estratégica y operacional.
- Potencia de fuego suficiente, debido a su armamento principal, un cañón de 25mm.
- Protección ante proyectiles de hasta 9mm, fragmentos de artillería y morteros.
- Capacidad de ser equipado con sistemas de defensa NBQ.



La tripulación del Vehículo de Exploración de Caballería está constituida por cinco miembros, el conductor, el jefe de vehículo, el tirador y dos exploradores, que se encuentran en el pasillo de exploradores, ubicado junto al motor en la parte trasera del vehículo. [20]

- Acceso al cabrestante (1).
- Alojamiento de periscopios del conductor (2).
- Alojamiento escotilla del conductor (3).
- Registros de la instalación NBQ (4).
- Alojamiento de la torre (5).
- Entrada aire sistema de alimentación (6).
- Alojamiento periscopio observación del explorador del pasillo (7).
- Alojamiento del radiador (8).
- Escotilla del explorador del pasillo (9).
- Alojamiento de los ventiladores (10).
- Boca de carga de combustible (11).
- Tapa de acceso a la caja de velocidades (12).
- Escotilla de explorador (13).
- Alojamiento de periscopios de observación del explorador trasero (14).

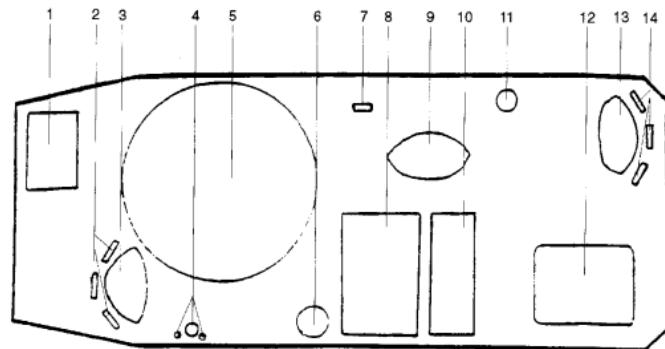


Figura 12 - Vista superior del VEC. Fuente: MT6-202

Los exploradores del VEC tienen asignadas numerosas misiones, como: [21] [22]

- Realización de tareas de mantenimiento del vehículo. Normalmente el explorador uno apoya al conductor y el explorador dos ayuda al tirador para realizar estas tareas.
- Mantenimiento del armamento principal y secundario del vehículo.
- Actuar como agente de transmisiones.
- Apoyo al movimiento del vehículo en situaciones complejas o en zonas urbanizadas.
- Reconocimiento de un punto concreto a pie.
- Establecimiento de puestos de observación y escucha.
- Designación de objetivos.
- Realizar funciones de tirador selecto.



- Observación y cumplimiento de las medidas de seguridad.

Para el cumplimiento de las mencionadas misiones de los exploradores, estos han de desarrollar una serie de habilidades fundamentales para su puesto. Estas habilidades son:

- Desarrollo de las misiones mencionadas aplicando correctamente las medidas de seguridad pertinentes.
- Colocación del lote de a bordo del vehículo.
- Vigilancia constante tanto de su sector de observación como del sector aéreo.
- Manejo de los sistemas de transmisiones referentes a su puesto táctico en el vehículo.
- Localización y entrega al tirador de la munición del armamento principal del vehículo repartiéndolo en las distintas cajas de almacenamiento, así como almacenamiento de su propia munición.
- Localización y actuación sobre la palanca de emergencia de cambio manual en caso de avería de la caja de cambios.
- Desembarque rápido y en condiciones de cumplir la misión a la orden del jefe de vehículo en cualquier momento de la misión.
- Desembarque rápido y en condiciones de cumplir la misión a la orden del jefe de vehículo en cualquier momento de la misión.
- Coordinación con el conductor en aspectos como el movimiento de la rampa del pasillo de exploradores.
- Obtención y transmisión de información.
- Reconocimiento de posibles zonas de instalación de artefactos explosivos improvisados (IED), así como obtención de información de estos.
- Obtención de información de puntos sensibles como pueden ser puentes, túneles, cursos de agua o vías de comunicación.
- Correcta apreciación de la distancia e identificación de materiales.



NUM.	DENOMINACION	FUNCION
1	Asientos de exploradores.	
2	Plafón de iluminación.	Ilumina el habitáculo.
3	Cajetines interfónicos.	Permite enlace radio y la interfonía a los tripulantes.
4	Extintor portátil.	
5	Depósitos de combustible.	Aloja el combustible del vehículo.
6	Bomba de achique posterior.	Expulsa al exterior los líquidos existentes en la parte posterior del fondo del casco.
7	Pestillo de fijación de la puerta-rampa.	Asegurar la puerta-rampa en su posición cerrada.
8	Cilindro de accionamiento de la puerta-rampa.	Baja o sube la rampa accionada por (9).
9	Mando de apertura de la puerta-rampa.	A disposición de los exploradores, permite la apertura o cierre de la puerta-rampa.

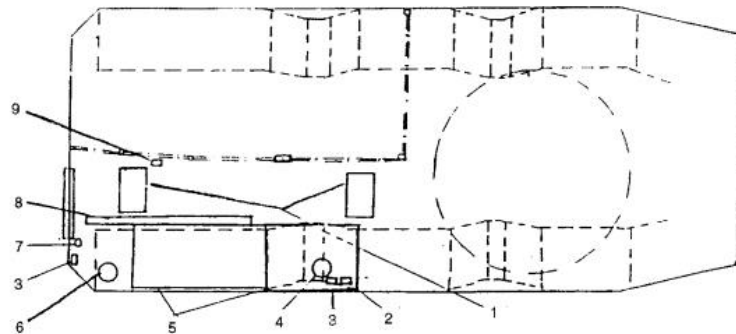


Figura 13 - Componentes del pasillo de exploradores. Fuente: MT6-201

En cuanto a material, el explorador del VEC cuenta únicamente con sus medios individuales de combatiente, es decir, fusilería y sin ningún medio de visión, es por esto que se pretende mejorar sus capacidades mediante la adaptación de un afuste polivalente para su instalación en las proximidades de la escotilla del explorador uno, mejorando su potencia de fuego, así como la implementación en la dotación de un telémetro, mejorando sus capacidades de observación y designación de objetivos o puntos sensibles.

El afuste polivalente es un afuste que, mediante el cambio de la parte superior del mismo, puede ser empleado para distintos sistemas de armas, como pueden ser la ametralladora MG-42, la ametralladora MG-4, la ametralladora Browning 12,70 o el lanzagranadas automático LAG-40. [23]

Se ha elegido el afuste que posee el Ejército de Tierra en dotación como base para el diseño del adaptador que se realizará a continuación. Este afuste, está fabricado por la empresa ANORTEC S.L., y está compuesto de los mismos metales que las ametralladoras mencionadas anteriormente, ofreciéndole una gran resistencia al estrés con su consecuente mayor durabilidad.

Para la elección del material para fabricar el mencionado adaptador, se ha realizado un análisis para el cual es necesario conocer una serie de propiedades:

- Coeficiente de Poisson. Es una medida que describe cómo un material se contrae o expande lateralmente cuando se estira o comprime axialmente.
- Módulo cortante. Mide la resistencia de un material a la deformación por corte.



- Calor específico. Es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una unidad de masa de una sustancia en una cantidad específica.
- Cociente de amortiguamiento. Es una medida que describe la disipación de energía en un sistema vibratorio, indicando cuán rápido disminuyen las oscilaciones con el tiempo.

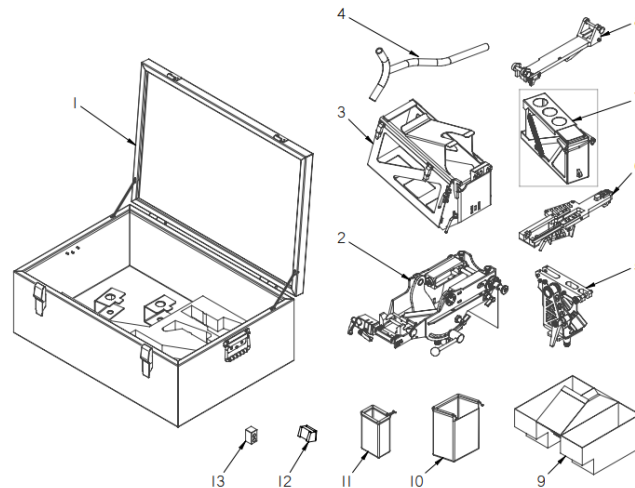


Figura 14 - Contenido de un afuste polivalente. Fuente: MT-913

Los componentes que se muestran son la caja contenedora (1), el soporte para AMP/LAG (2), el soporte para las cajas de munición de AMP/LAG (3), el apoyo del tirador (4), el soporte para AMM/AML (5), el adaptador para AMM (6), el soporte para las cajas de munición de AMM (7), el adaptador para AML (8), la bolsa de recogida de vainas delantera (9), la bolsa de recogida de grapas de AMP/LAG (10), la bolsa de recogida de grapas de AMM (11), el adaptador para la bolsa de munición de AML (12) y la chaveta para la adaptación vehicular (13). El afuste también contiene un conjunto de herramientas.

Por otro lado, en el presente trabajo se va a tratar de implementar un telémetro láser en la dotación del Explorador del VEC. Un telémetro es un sistema de medición que cuenta principalmente con una óptica y un láser, permitiendo visualizar cualquier tipo de objeto o persona a una mayor distancia de lo habitual y conociendo con exactitud a la distancia que se encuentra.



Figura 15 - Ejemplo de vista de un telémetro láser. Fuente: PCE Ibérica



5 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este apartado se van a desarrollar todas las metodologías expuestas anteriormente, enfocándolas en este caso, no al aspecto teórico de las mismas si no al caso práctico del presente Trabajo de Fin de Grado.

5.1 Grupos de expertos

Para la aplicación de las distintas metodologías propuestas, se han realizado distintos grupos de expertos con la finalidad de consultarles la información necesaria para utilizar cada una de las herramientas. Estos grupos son:

- Grupo de expertos 1: Compuesto por el capitán y los tenientes de los ELAC.
- Grupo de expertos 2: Compuesto por los sargentos de los ELAC.
- Grupo de expertos 3: Compuesto por el personal de la Unidad de Apoyo de Mantenimiento (UAM) del Escuadrón de Plana Mayor y Servicios.
- Grupo de expertos 4: Compuesto por las damas y caballeros legionarios antiguos.

5.2 Planificación del proyecto

5.2.1 Diagrama de Gantt

Para la realización del Diagrama de Gantt se ha utilizado el programa Project Libre, permitiendo introducir en el tanto los principales hitos y actividades del trabajo como la duración y las fechas de inicio y final de estos. Este proyecto se comenzó el 6 de junio de 2023, y tras una parada vacacional que comprende los meses de julio y agosto, se pretende finalizarlo el 27 de octubre de 2023. El diagrama completo se adjunta en el anexo 1.

	📅	Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Predecesores
1	📅	Planificación del proyecto	7 days	5/06/23 16:00	16/06/23 20:00	
2	📅	Realización Diagrama de Gantt	2 days	8/06/23 16:00	10/06/23 17:00	
3		Generación de Project Charter	3 days	11/06/23 8:00	15/06/23 20:00	2
4		Redacción Apartado 1: Introducción	4 days	17/06/23 8:00	22/06/23 20:00	1;2;3
5		Redacción Apartado 2: Objetivos y Alcance	5 days?	23/06/23 16:00	30/06/23 20:00	4
6		Redacción Apartado 3: Metodología	8 days	10/09/23 7:25	18/09/23 10:45	5
7		Realización Análisis DAFO	3 days	18/09/23 10:45	21/09/23 12:00	6
8	📅	Realización encuestas a grupos de expertos	7 days	22/09/23 16:00	30/09/23 10:20	
9		Análisis de costes	7 days	21/09/23 12:00	28/09/23 14:55	7
10		Redacción Apartado 4: Marco Teórico	7 days	21/09/23 12:00	28/09/23 14:55	7
11		Análisis de materiales	7 days	21/09/23 12:00	28/09/23 14:55	7
12		Realización modelado 3D	12 days	21/09/23 12:00	4/10/23 9:25	7
13		Realización Radar Chart	4 days	4/10/23 9:25	8/10/23 11:05	9;10;11;12
14		Realización AHP	3 days	8/10/23 11:05	11/10/23 12:20	13
15		Redacción Apartado 5: Análisis y Resultados	3 days	11/10/23 12:20	14/10/23 13:35	14
16		Redacción Apartado 6: Conclusiones	5 days?	14/10/23 13:35	20/10/23 8:05	15

Figura 16 - Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia



5.2.2 Project Charter

Se ha realizado un Acta de Constitución de proyecto, reflejando en esta:

- Los stakeholders del proyecto, es decir, todos aquellos individuos o colectivos que se pueden ver afectados por la realización de este.
- La descripción, la misión y la visión del proyecto.
- El motivo de desarrollo del proyecto con sus respectivas alternativas.
- Los distintos objetivos que persigue el proyecto, tanto en líneas generales como específicas.
- Todos los entregables o hitos principales, en base al Diagrama de Gantt.
- Todas las amenazas y oportunidades que pueden derivar de la realización del proyecto.

El Project Charter completo y detallado se ha incluido en el anexo 2.

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO (PROJECT CHARTER)			
Título:	Adaptación de un afuste multipropósito para su empleo por parte del Explorador del Vehículo de Exploración de Caballería.	Fecha:	15/06/2023
Project Manager:	Juan Francisco Montalbán Escandell	Lugar:	RONDA (ESPAÑA)
Recursos personal:	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe de Proyecto - Personal Escuadrón de Plana Mayor y Servicios - Personal Escuadrón Ligero Acorazado 3 		
Equipo de proyecto:	Juan Francisco Montalbán Escandell (Jefe de Proyecto).		
Stakeholders:	<ul style="list-style-type: none"> - Suministradores Secundarios - Suministrador Principal - Caballeros y Damas Legionarios - Cuadros de mando Escuadrones Ligero Acorazados - Teniente Coronel Jefe Del Grupo de Caballería Ligero Acorazado de La Legión - Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC) - Inspección General del Ejército de Tierra (IGE) - Ministerio de Defensa (MINISDEF) 		
Descripción general del proyecto:			
<ul style="list-style-type: none"> - Proyecto: Adaptación de un afuste multipropósito para su empleo por parte del Explorador del Vehículo de Exploración de Caballería. - Misión: Mejorar las capacidades respecto a observación y potencia de fuego del Explorador del VEC. - Visión: Prolongar la vida útil de un sistema de armas en proceso de obsolescencia, convirtiendo al GCLACLEG en una unidad de referencia a nivel nacional en esta materia. 			

Figura 17 - Extracto Project Charter. Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Análisis de riesgos

Se ha realizado un análisis de los riesgos obtenidos mediante la elaboración del Project Charter y por medio de un estudio de las posibles contingencias a las que se puede enfrentar el proyecto. Para este análisis, se han utilizado los grupos de expertos 1 y 3. De este análisis han surgido los siguientes riesgos:

- Debido a que la estructura del vehículo puede que no admita modificaciones como las que estaban previstas, la incapacidad técnica de realizar la instalación del afuste (alto impacto, baja probabilidad).



- La imposibilidad de fabricar el diseño realizado debido a su complejidad técnicas o los materiales seleccionados en una primera instancia (medio impacto, media probabilidad).
- El bajo presupuesto no admite la compra de los telémetros, cuyo precio es elevado en exceso o ha sufrido un incremento inesperado en el mismo (alto impacto, alta probabilidad).
- El deterioro prematuro del adaptador del afuste debido a los constantes esfuerzos a los que se ve sometido mediante el uso de los distintos tipos de armamento (alto impacto, baja probabilidad).
- La demora en la entrega de los telémetros, motivado por un retraso de los proveedores incumpliendo la planificación acordada en el contrato (medio impacto, media probabilidad).
- Debido a no ser regulable el adaptador para el afuste del VEC, la dependencia de cualidades físicas como la altura del Explorador para la correcta manipulación y uso del armamento (bajo impacto, alta probabilidad).
- La descatalogación del VEC y sustitución por otra plataforma, como podría ser el Dragón 8x8 (Medio impacto, alta probabilidad).

El análisis de riesgos completo y detallado se ha incluido en el anexo 3.

Matriz riesgos proyecto

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

Estadística

Clase riesgo	Número
Crítico	1
Alto - medio	1
Medio	5
Bajo	0
Total:	7

Figura 18 - Matriz de riesgos. Fuente: Elaboración propia



5.3 Desarrollo del proyecto

5.3.1 Análisis DAFO

En este apartado, se realiza un análisis DAFO de la alternativa elegida mediante el método AHP, que determinará las fortalezas y debilidades de la realización de este proyecto, así como las oportunidades y amenazas que vienen asociadas. Para este análisis, se han utilizado los grupos de expertos 1 y 2.

Una de las debilidades que presenta el proyecto es la necesidad de realizar una adaptación estructural de los vehículos, en concreto, del VEC, por lo que tendría que llevarlo a cabo personal especializado para así no dañar ningún otro componente del vehículo.

Otra debilidad es que se cuenta con un presupuesto muy limitado, por lo que el capital se va a convertir en uno de los factores más determinantes.

Además, el puesto táctico de Explorador va a adquirir una mayor complejidad, debido a que tendrá que instruirse en el manejo de nuevos sistemas de armas, así como en el uso del telémetro.

Por último, esta adaptación va a ser inicialmente diseñada únicamente para el VEC, lo que su uso se vería limitado a esta plataforma.

Entre las amenazas asociadas a las debilidades mencionadas anteriormente se encuentra la descatalogación del VEC, un sistema de armas muy antiguo que corre el riesgo de ser sustituido por uno más moderno.

Otra amenaza, es que en el stock del Ejército de Tierra no haya disponibles afustes multipropósito suficientes como para cubrir la demanda de este proyecto, por lo que haya que adquirir más, generando sobre coste.

Por último, existe la posibilidad de que ningún proveedor se comprometa a fabricar los adaptadores de los afustes, por lo que no sea posible su instalación.

Una de las fortalezas, es la mayor potencia de fuego a retaguardia que obtendrá a retaguardia el VEC, mediante el uso de otros sistemas de armas, aumentando así en gran medida su protección.

Además, el Explorador del VEC, cuya misión principal es la observación, mejora exponencialmente sus capacidades mediante la implementación del telémetro.

Otra fortaleza es el bajo coste que supondría realizar esta modificación, ya que se usarían los afustes multipropósito que hay en stock actualmente, y la fabricación del adaptador para su instalación tendría un coste muy reducido.

Por último, esta modificación no supondría un incremento notable del mantenimiento, debido a la calidad de los materiales.

Entre las oportunidades que ofrece este proyecto, se encuentra que el diseño y el producto serían únicos en el mercado, por lo que no se tendría competencia en este sector, favoreciendo incluso la posibilidad de exportar a otros países.



Además, también se puede extrapolar a otros vehículos, mediante la modificación del diseño del adaptador, lo cual da al proyecto una versatilidad aún mayor.

Por último, la realización del proyecto favorecería el alargamiento de la vida útil del VEC, mediante la modernización de sus sistemas, mejorando así sus capacidades hasta la llegada de un sucesor a este vehículo.



Figura 19 - Análisis DAFO. Fuente: Elaboración propia

5.3.2 QFD

Se ha aplicado la metodología QFD para acotar la elección del telémetro a elegir, concretamente, esta herramienta se ha utilizado para acotar entre los distintos atributos del telémetro, permitiendo así centrar la búsqueda en aquellos que cumplan con los aspectos más determinantes. Para realizar este método, se ha realizado un estudio consistente en una encuesta al ELAC-1, ELAC-2 y ELAC-3, obteniendo de ella las características más requeridas por los futuros usuarios del producto. Posteriormente, se ha aplicado el método QFD, explicado en el Apartado 3: Metodología.

Las características requeridas por los usuarios obtenidas por medio de la mencionada encuesta han sido: que sea pequeño, que sea resistente, que sea preciso, que se pueda observar a mucha distancia, que sea adaptable a distintas plataformas, que se vea con escasez lumínica y que recoja datos meteorológicos.

Estas necesidades, para ser satisfechas, se han relacionado con una característica directa del telémetro. Con relación a los requerimientos de los usuarios, las características seleccionadas han sido: el volumen, la calidad de los materiales, la precisión del láser, la cantidad de aumentos, la cantidad de plataformas compatibles, el factor crepuscular y la cantidad de instrumentos meteorológicos implementados en el telémetro.

Mediante la elaboración de la Casa de la Calidad, se ha obtenido como resultado que las características más importantes a la hora de seleccionar un telémetro son; en primer lugar, la



calidad de los materiales, requisito indispensable para adquirir un producto resistente y duradero; en segundo lugar, la cantidad de aumentos, lo cual influye directamente en la capacidad de observación a larga distancia; en tercer lugar, la precisión del láser, para así obtener lecturas con el menor error posible, logrando una mayor probabilidad de acierto.

El análisis QFD completo se ha incluido en el anexo 4.

		Cómo?	Volumen	Calidad materiales	Precisión del láser	Cantidad de aumentos	Plataformas compatibles	Factor crepuscular
		Qué?	↓	↑	↑	↑	↑	↑
1. REQUERIMIENTOS DE LOS CLIENTES								
1	Que sea pequeño	2	9	3	1	3	3	1
2	Que sea resistente	5	3	9	3	1	3	1
3	Que sea preciso	4	1	9	9	9	3	3
4	Que se pueda observar a mucha distancia	4	3	3	9	9	3	9
5	Que se pueda adaptar	3	3	3	1	1	9	1
6	Que se vea con poca luz	5	1	9	3	9	1	9
7	Que haga cálculos meteorológicos	1	1	3	3	1	1	1

Figura 20 - Extracto QFD. Fuente: Elaboración propia

5.3.3 Encuestas a grupos de expertos

Se han realizado dos encuestas, una de ellas ha ido dirigida a los grupos de expertos 1 y 2. Dicho cuestionario cuenta con 10 preguntas tipo test de distinto tipo. La segunda encuesta ha ido dirigida al grupo de expertos 3, siendo esta encuesta algo más técnica y conteniendo un total de 7 preguntas. Todas las cuestiones se encuentran en el anexo 5.

Para la realización de las encuestas, se ha diseñado el cuestionario en la página web de QuestionPro.

Las conclusiones que se sacan de la primera encuesta, es decir, la realizada a los cuadros de mando del GCLACLEG II son las siguientes:

- La mayoría de los cuadros de mando tiene conocimiento sobre el uso y sistemas del VEC.
- El LAG-40 es un sistema de armas menos conocido por muchos de los cuadros de mando, sin embargo, todos conocen bien sistemas de armas como la MG-42, la MG-4 y la Browning 12,70.
- Las funciones del explorador que son consideradas como su misión principal son, en orden descendente, la obtención de información desde el vehículo, la obtención de información pie a tierra, el reconocimiento de vías a pie y la seguridad de la retaguardia del vehículo.



¿Cuáles considera las funciones principales del puesto táctico de Explorador del VEC? Escoja TRES de las opciones en orden de preferencia.



Average Rank

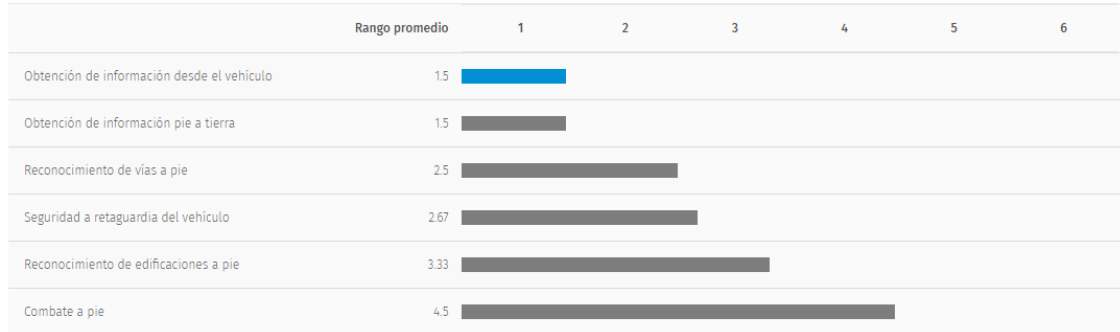


Figura 21 - Pregunta 3 encuesta 1. Fuente: Elaboración propia

- Tanto los medios actuales de obtención de información como la potencia de fuego del explorador actualmente son insuficientes y muy mejorables. Siendo el orden de prioridad de mejora, la capacidad de observación, lo cual se conseguiría mediante la implantación de un telémetro láser, y la potencia de fuego, lo cual se conseguiría con la adaptación del afuste polivalente actual para hacer posible el fuego de ametralladora desde el puesto táctico de explorador.
- El armamento que se utilizaría en caso de la instalación del afuste sería la MG-42 o la MG-4, en ningún caso se utilizaría la Browning 12,70 ni el LAG-40, debido a que es armamento mucho más pesado.
- En caso de implementar el telémetro, los aspectos más relevantes son la resistencia de los materiales, la cantidad de aumentos y la precisión del láser, corroborando así los resultados obtenidos mediante el método de la Casa de la Calidad.

En caso de implementar en el mencionado afuste un telémetro, ordene de mayor importancia a menor las distintas características del telémetro.



Average Rank

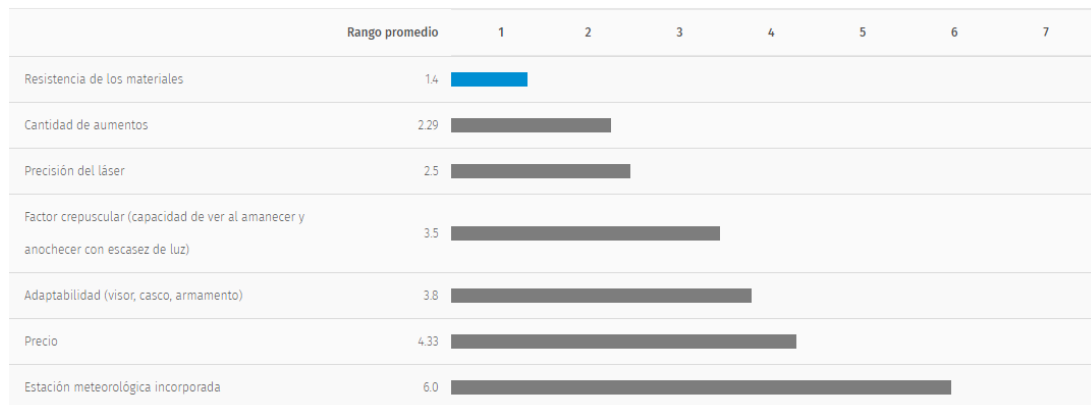


Figura 22 - Pregunta 10 de la encuesta 1. Fuente: Elaboración propia



Por otro lado, la encuesta 2, es decir, la que está dirigida a la UAM es algo más técnica, dirigida a estudiar la viabilidad de la instalación del afuste y a las necesidades de mejora en cuanto a capacidad de observación. De esta encuesta se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La instalación del afuste polivalente en la escotilla del explorador es una modificación totalmente factible desde el punto de vista técnico y económico.

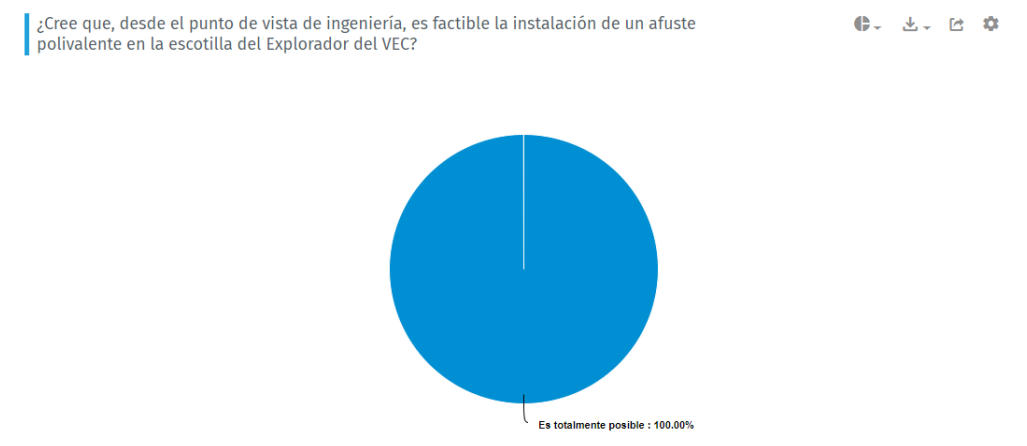


Figura 23 - Pregunta 2 encuesta 2. Fuente: Elaboración propia

- En caso de fabricar el adaptador que se ha diseñado, preferentemente se utilizarían materiales como acero inoxidable, acero o aluminio.

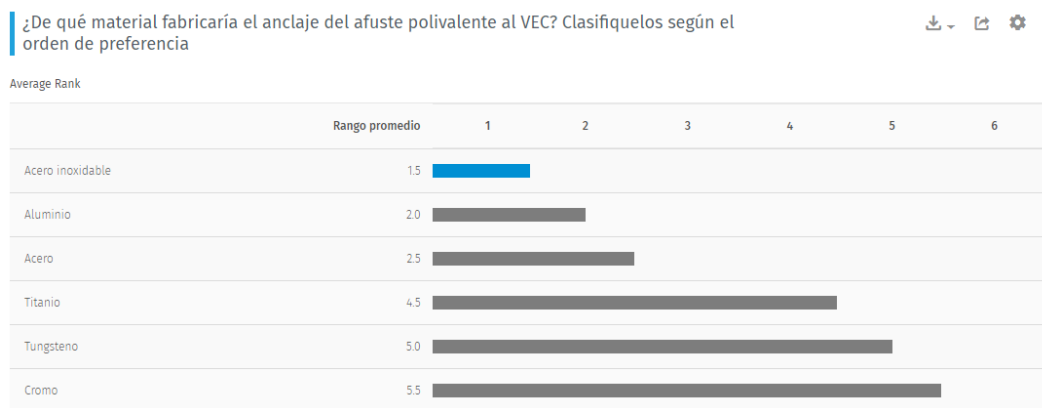


Figura 24 - Pregunta 4 encuesta 2. Fuente: Elaboración propia

- La realización de la mencionada instalación no supondría un incremento considerable en la cantidad de mantenimiento necesaria del vehículo.



5.3.4 Observación directa

Se ha realizado un ejercicio con una de las secciones ligeras del ELAC-3. Dicho ejercicio consiste en el reconocimiento de un itinerario y la realización de una posterior línea de posiciones. El objetivo de la mencionada línea de posiciones es recabar información acerca de un objetivo fijo, una edificación, en el cual hay personal a pie y en vehículo hostiles. Mediante la realización de este ejercicio, se ha observado que, con la capacidad de visión del ojo humano, se está demasiado expuesto para realizar tareas de observación o designación, ya que, a una distancia prudencial, es completamente imposible identificar un objetivo ni establecer a que distancia se encuentra. La Orden de Operaciones se ha incluido en el anexo 6.

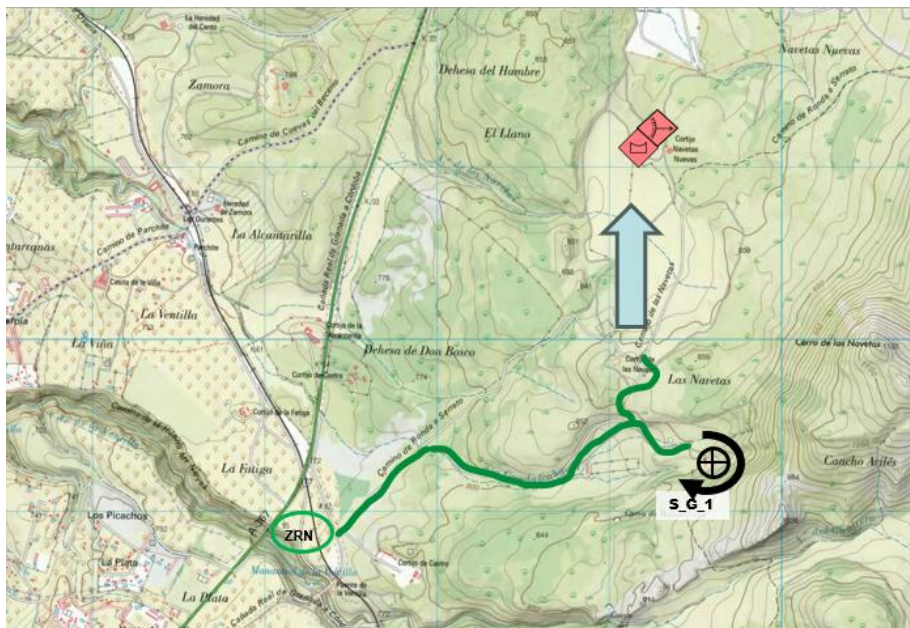


Figura 25 - Fragmento de la Orden de Operaciones realizada. Fuente: Elaboración propia

5.3.5 Análisis de materiales

Se ha realizado un análisis de las diferentes alternativas en cuanto a la elección del material para el diseño del adaptador del afuste polivalente. Se han estudiado los valores de las siguientes propiedades:

Módulo elástico, coeficiente de Poisson, módulo cortante, densidad de masa, límite de tracción, límite de compresión, límite elástico, coeficiente de expansión térmica, conductividad térmica, calor específico y cociente de amortiguamiento del material.

El análisis de las mencionadas propiedades ha sido realizado por el grupo de expertos 3, especialmente por los especialistas de armamento y por los especialistas en chapa. Finalmente, tras el estudio realizado por los mencionados sujetos, se ha decidido que el material óptimo para la fabricación del adaptador para el afuste es el acero inoxidable.



Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2.07e+11	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.27	N/D
Módulo cortante		N/m ²
Densidad de masa	7859.9999	kg/m ³
Límite de tracción	685000000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	292000000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	1.7e-05	/K
Conductividad térmica	16.3	W/(m·K)
Calor específico	502	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Figura 26 - Propiedades del Acero Inoxidable. Fuente: Solidworks

Las propiedades de todos los materiales estudiados se han incluido en el anexo 7.

5.3.6 Revisión bibliográfica

Para la obtención de información, especialmente información muy técnica o de aspectos militares, se han empleado, aparte de las referencias mencionadas a lo largo de todo el trabajo, los siguientes manuales:

- MI-200. Tripulación Vehículo de Exploración de Caballería.
- MI-204. Procedimiento de instrucción del Vehículo de Exploración de Caballería.
- MT6-201. Manual técnico del Vehículo de Exploración de Caballería.
- MT-913. Manual técnico del afuste polivalente.

Además, se ha realizado una consulta al servicio de documentación de la Dirección de Doctrina, Orgánica y Materiales (DIDOM). En dicha consulta se eligieron temas como armamento pesado, arma acorazada/blindada y Caballería, MG4E, afuste de ametralladora y afuste sobre vehículo. Además, la consulta se hizo en base a equipamiento y artículos de España, Alemania, Estados Unidos y Rusia, siendo estos tanto en español como en inglés.



5.4 Diseño 3D

Se ha realizado un diseño en 3D de una pieza que permitiría la instalación del afuste polivalente que posee en dotación el Ejército de Tierra actualmente en la escotilla del explorador del VEC. Para ello, se han tomado fotos y medidas de la base del afuste polivalente, así como de la escotilla del explorador. El adaptador realizado es una aportación personal cuya viabilidad ha sido consultada con el grupo de expertos 3.

El resultado son 3 piezas:

- Cilindro principal: Es la parte que va anclada al vehículo mediante tornillería y sirve como base cilíndrica para el afuste.

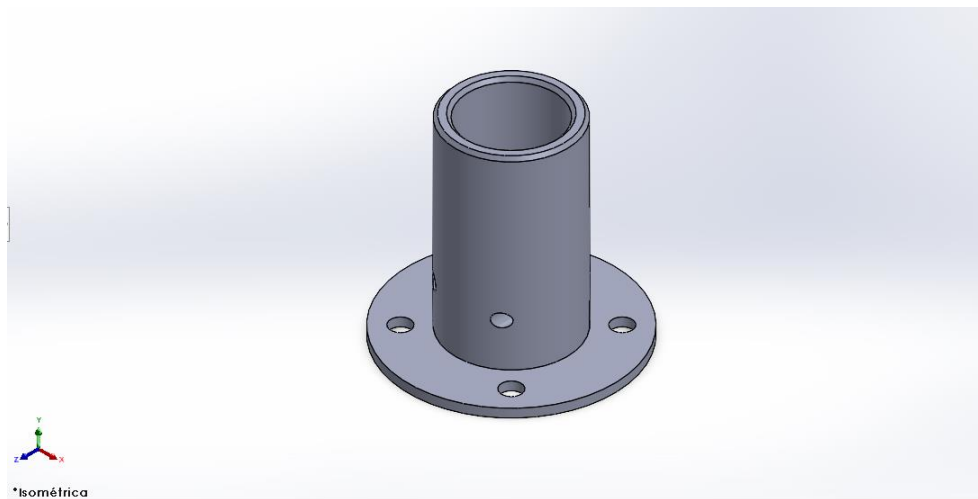


Figura 27 - Cilindro principal del adaptador. Fuente: Elaboración propia

- Pasador: Se han incorporado dos pasadores en el interior del cilindro para asegurar la base del afuste polivalente una vez se introduce este en el cilindro principal.

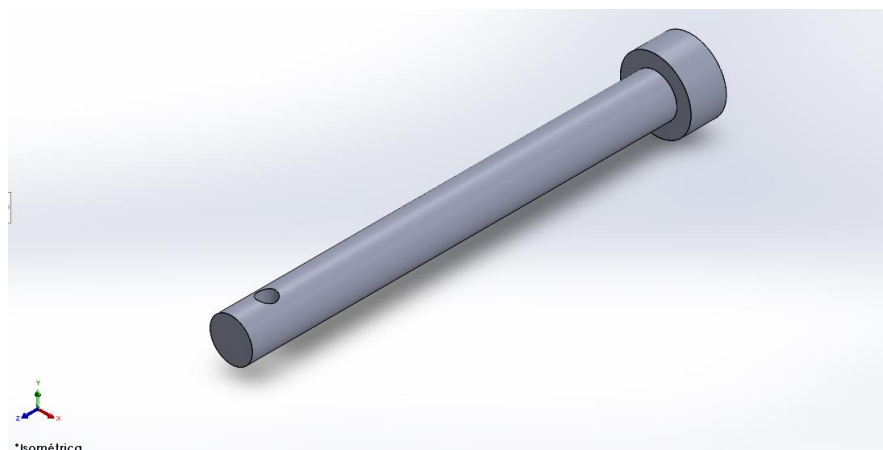


Figura 28 - Pasador del adaptador. Fuente: Elaboración propia



- Seguro del pasador: Se ha diseñado una pieza a medida que actúa como seguro del pasador, impidiendo que este pueda ser extraído accidentalmente.

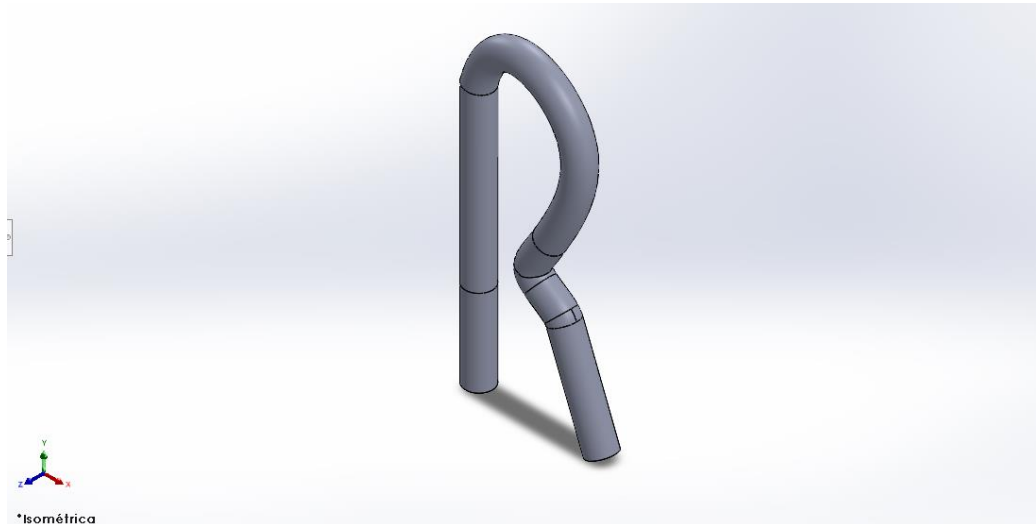


Figura 29 - Seguro del pasador del adaptador. Fuente: Elaboración propia

Como resultado, se obtiene la siguiente pieza completamente ensamblada, simulando como sería el resultado si la base del afuste polivalente estuviera introducida en el cilindro.

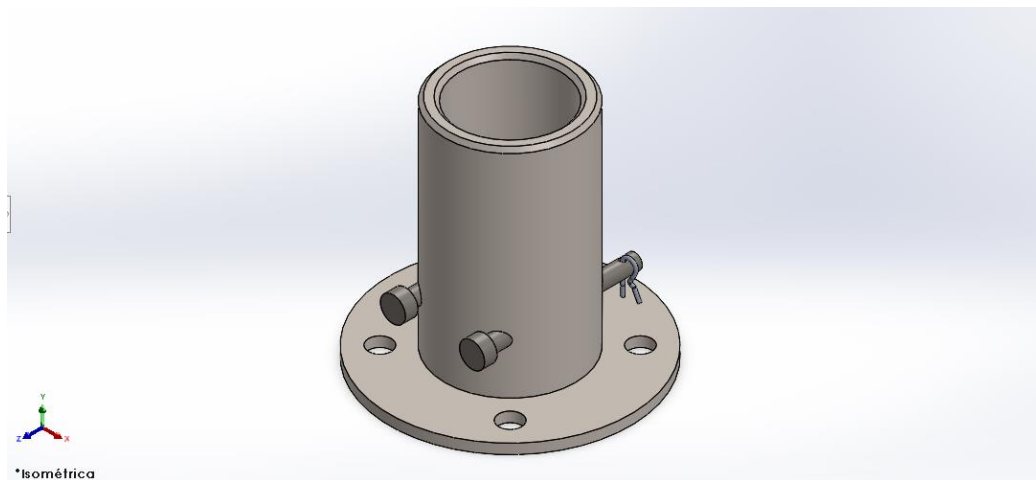


Figura 30 - Adaptador del afuste ensamblado. Fuente: Elaboración propia



Tras realizar el diseño de las diferentes piezas, se han realizado diversos planos que detallan todas las medidas necesarias para la fabricación de todas ellas. Todos los planos y vistas de las piezas se han incluido en el anexo 8.

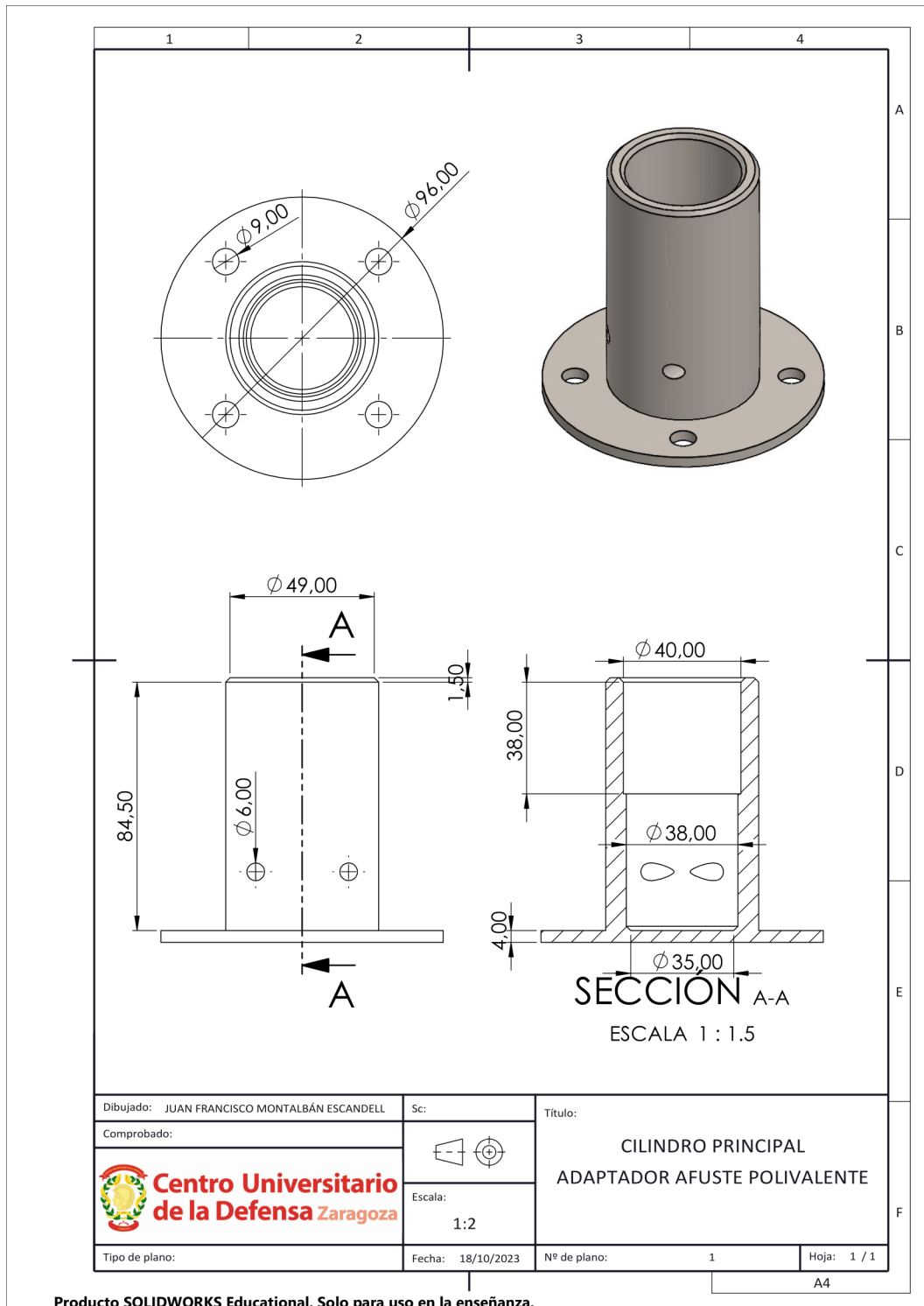


Figura 31 - Plano con medidas del Cilindro principal del adaptador. Fuente: Elaboración propia.



5.5 Métodos de decisión

En el presente apartado se van a realizar dos métodos de decisión, el Radar Chart y el AHP. Para ello, se han seleccionado como alternativas tres telémetros láser del mercado. La presente selección ha sido realizada por los grupos de expertos 1, 2 y 3. Los dispositivos que van a ser estudiados son:

- Leupold RX1300
- Bushnell nitro 1800
- Kahles helia RF-M 7x25

5.5.1 Radar Chart

Se ha realizado un Radar Chart que reúne diversas características de los telémetros sujetos de estudio mencionados anteriormente, las características que se han estudiado son:

- Precio, materiales empleados, cantidad de aumentos, factor crepuscular, accesorios, precisión del láser y batería.

A las mencionadas características se les ha asignado un valor del 1 al 10 en función de sus características reales.

Si tenemos en cuenta las características elegidas por los grupos de expertos, precisión, alcance y calidad de los materiales, hay dos alternativas posibles, el telémetro de Bushnell y el de la casa Kahles. El primero es superior en cuanto a los materiales empleados y la resistencia, mientras que el segundo es algo más preciso y cuenta con un mayor alcance.



Figura 32 - Radar Chart. Elaboración Propia.



5.5.2 Metodología AHP

Se ha realizado el método AHP para la elección de uno de los telémetros de estudio. Para ello, las características seleccionadas son las que se han obtenido como más importantes en el desarrollo de la Casa de la Calidad. Se ha utilizado la Herramienta de Ayuda a la decisión desarrollada por la Academia de Logística para desarrollar este método. El método consta de varias fases:

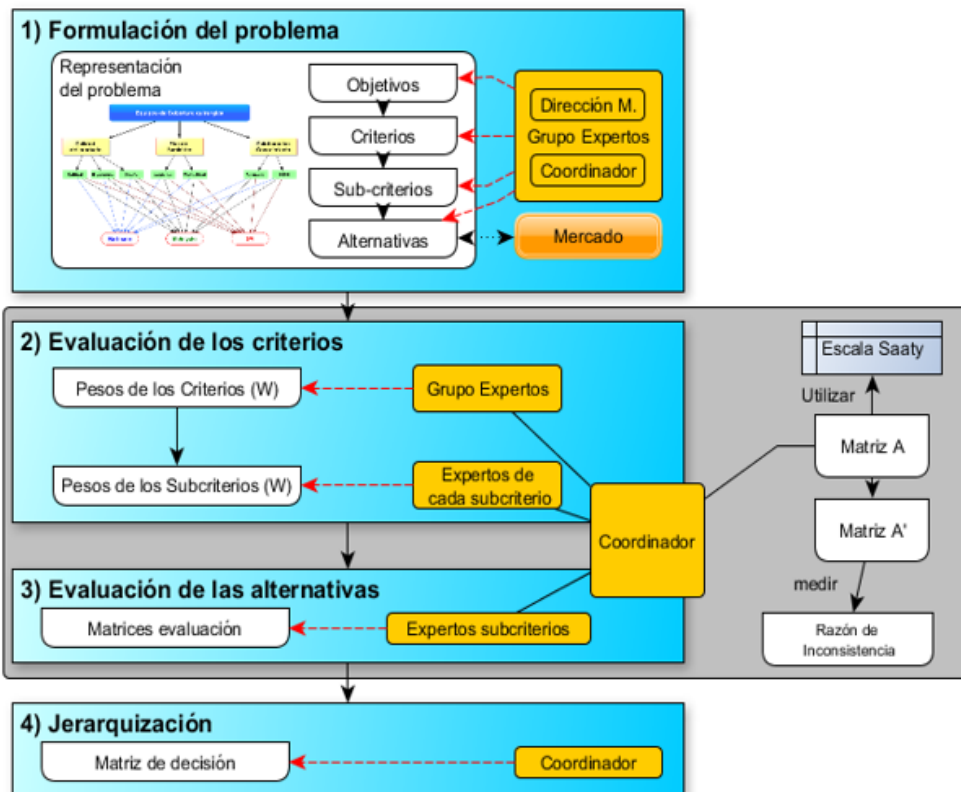


Figura 33 - Esquema fases del AHP. Fuente: Elaboración propia.

- Primera fase: Formulación del problema.

El problema formulado es la elección entre las tres alternativas en cuanto a telémetros láser. En esta fase se van a determinar también los criterios y subcriterios a evaluar, los cuales van a ser:

- Precisión. Se mide mediante el error cometido proveniente del láser y la predicción realizada.
 - Láser. Es la fuente de luz utilizada para emitir un pulso y medir distancias midiendo el tiempo que tarda en volver el haz.
 - Calculador. Es un componente del telémetro que mediante la distancia del objeto e información preestablecida de la munición realiza un cálculo balístico.
- Resistencia. Va a ser evaluada mediante la calidad del armazón, de las lentes y de los botones, así como mediante el empleo de certificaciones contra agua y polvo.



- Alcance. Va a venir dado por la distancia efectiva del láser y por la capacidad de observación de las lentes.
 - Distancia. Distancia efectiva del láser.
 - Potencia. Medida de la capacidad de una lente para enfocar o divergir la luz.
 - Diámetro objetivo. Mide la cantidad de luz que va a entrar por la lente.

Figura 34 - Criterios y subcriterios AHP. Fuente: Elaboración propia.

- Segunda fase: Evaluación de los criterios de valoración.

La segunda fase consiste en establecer un peso para cada uno de los criterios y subcriterios con respecto a los demás. Para realizar esta fase, se han utilizado las encuestas 1 y 2 realizadas a los grupos de expertos. En cuanto a la valoración numérica se ha utilizado la escala de Saaty.

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente el criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	

Figura 35 - Escala de Saaty. Fuente: Universitat Politècnica de València



En la imagen se muestra un ejemplo de la escala de Saaty, en las que se toman criterios arbitrarios llamados “A” y “B”. Estos criterios arbitrarios se han extrapolado a todos los criterios y subcriterios del problema planteado en este TFG.

A continuación, se muestran los pesos establecidos entre los criterios y entre los subcriterios según la respuesta media de las encuestas realizadas, así como las matrices obtenidas de los cálculos realizados con la aplicación AHP:

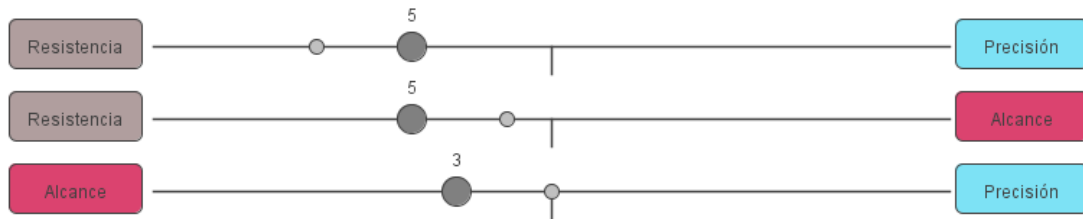


Figura 36 - Peso de los criterios. Fuente: Elaboración propia

CRITERIOS	Precisión	Resistencia	Alcance	PESOS(W)
Precisión	1	1/5	1/3	0,10
Resistencia	5	1	5	0,69
Alcance	3	1/5	1	0,21

Figura 37 - Matriz criterios. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el criterio con más peso es la resistencia, triplicando este, con un 69% de peso, su importancia con respecto al segundo criterio más importante, el alcance, con un 21%. En último lugar estaría la precisión, con tan solo un 10% del peso.



Figura 38 - Peso subcriterios precisión. Fuente: Elaboración propia

Precisión	Láser	Calculador	PESOS(W)
Láser	1	1/3	0,25
Calculador	3	1	0,75

R.I. : 0,0000

Figura 39 - Matriz subcriterios precisión. Fuente: Elaboración propia.



Dentro del criterio Precisión, el subcriterio que va a poseer una mayor relevancia en la valoración final es el calculador balístico, con un 75% de influencia sobre el peso del criterio principal.

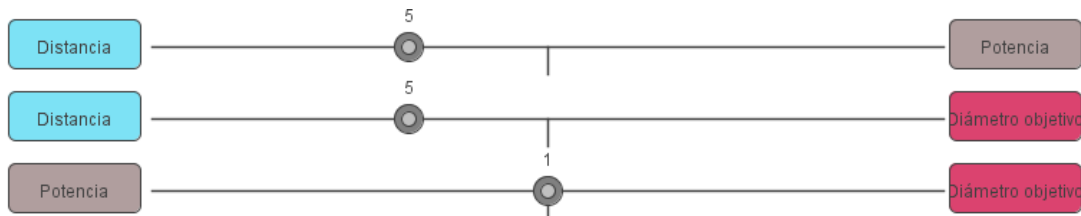


Figura 40 - Peso subcriterios alcance. Fuente: Elaboración Propia

Alcance	Alcance láser	Potencia	Diámetro Objetivo	PESOS(W)
Alcance láser	1	5	5	0,71
Potencia	1/5	1	1	0,14
Diámetro Objetivo	1/5	1	1	0,14

R.I. : 0,0000

Figura 41 - Matriz subcriterios alcance. Fuente: Elaboración propia.

Dentro del criterio Alcance, el subcriterio que posee un mayor peso en la valoración final es el alcance efectivo del láser, con un 71% de influencia. En segundo y tercer lugar, con un mismo peso se encuentran la potencia de la lente y el diámetro del objetivo, con un 14% cada uno.

- Tercera fase: Evaluación de las alternativas.

En esta fase se va a evaluar a cada uno de los telémetros en los distintos criterios y subcriterios que se han establecido. Para ello, se va a seguir utilizando la escala de Saaty y los datos que se van a evaluar son datos técnicos y medibles para que así la valoración sea completamente objetiva.

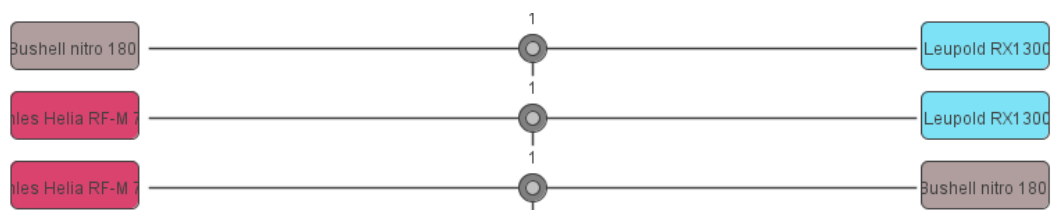


Figura 42 - Evaluación precisión láser. Fuente: Elaboración propia

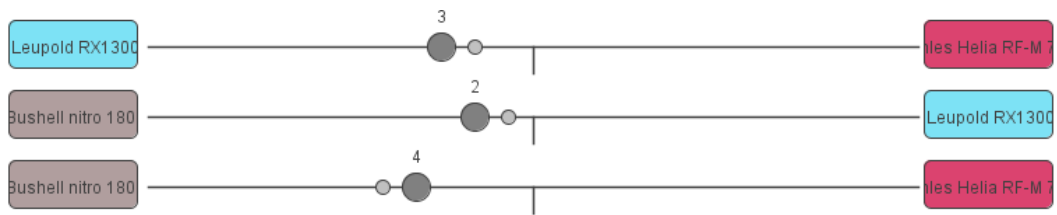


Figura 43 - Evaluación precisión calculador. Fuente: Elaboración propia

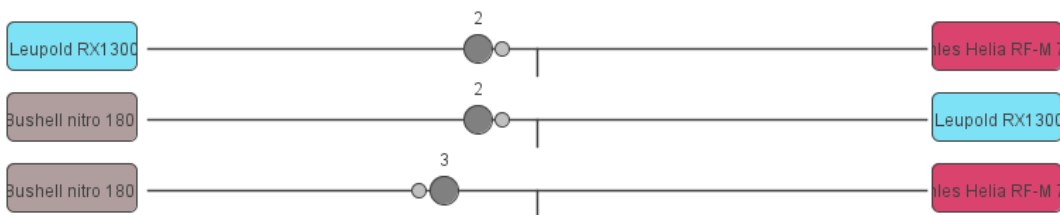


Figura 44 - Evaluación resistencia. Fuente: Elaboración propia



Figura 45 - Evaluación distancia efectiva. Fuente: Elaboración propia

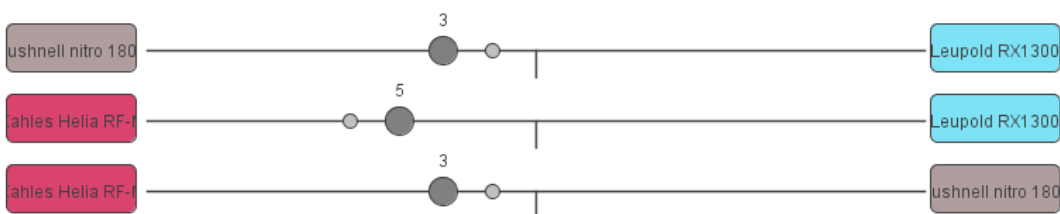


Figura 46 - Evaluación potencia óptica. Fuente: Elaboración propia



Juan Francisco Montalbán Escandell

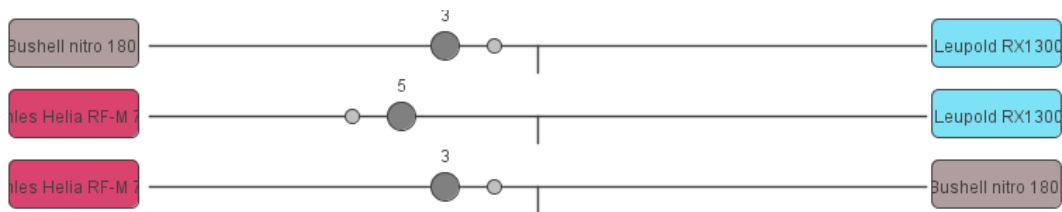


Figura 47 - Evaluación diámetro objetivo. Fuente: Elaboración propia

R.I. : 0,0000					R.I. : 0,0334				
Láser	Leupold RX1300	Bushnell nitro 1800	Kahles helia RF-M	PESOS(W)	Calculador	Leupold RX1300	Bushnell nitro 1800	Kahles helia RF-M	PESOS(W)
Leupold RX1300	1	1	1	0,33	Leupold RX1300	1	1/3	3	0,26
Bushnell nitro 1800	1	1	1	0,33	Bushnell nitro 1800	3	1	5	0,63
Kahles helia RF-M	1	1	1	0,33	Kahles helia RF-M	1/3	1/5	1	0,11

R.I. : 0,1183					R.I. : 0,0334				
Resistencia	Leupold RX1300	Bushnell nitro 1800	Kahles helia RF-M	PESOS(W)	Alcance láser	Leupold RX1300	Bushnell nitro 1800	Kahles helia RF-M	PESOS(W)
Leupold RX1300	1	1/3	3	0,29	Leupold RX1300	1	1/3	1/5	0,11
Bushnell nitro 1800	3	1	3	0,57	Bushnell nitro 1800	3	1	1/3	0,26
Kahles helia RF-M	1/3	1/3	1	0,14	Kahles helia RF-M	5	3	1	0,63

R.I. : 0,0334					R.I. : 0,0334				
Potencia	Leupold RX1300	Bushnell nitro 1800	Kahles helia RF-M	PESOS(W)	Diámetro Objetivo	Leupold RX1300	Bushnell nitro 1800	Kahles helia RF-M	PESOS(W)
Leupold RX1300	1	1/3	1/5	0,11	Leupold RX1300	1	1/3	1/5	0,11
Bushnell nitro 1800	3	1	1/3	0,26	Bushnell nitro 1800	3	1	1/3	0,26
Kahles helia RF-M	5	3	1	0,63	Kahles helia RF-M	5	3	1	0,63

Figura 48 - Matriz evaluación de las alternativas. Fuente: Elaboración propia

Respecto al subcriterio de precisión del láser, ningún telémetro obtiene ventaja ya que todos ellos ofrecen una precisión con un margen de error máximo de un metro. Por otro lado, en el calculador balístico si existen notables diferencias, sobresaliendo por encima de los demás el telémetro de la casa Bushnell, con un peso del 63%.

En cuanto a la resistencia que ofrecen los telémetros, el Bushnell nitro es el óptimo debido a la calidad de su armazón y a los diferentes certificados que posee contra agua y polvo, obteniendo así un peso del 57%.

Observando el criterio de alcance, el Kahles helia se sobrepone a sus competidores en todos y cada uno de los subcriterios debido a la calidad de sus ópticas, ofreciendo una gran distancia eficaz con el láser, con una potencia elevada en sus lentes y con un diámetro del objetivo superior a los demás telémetros. Con todo esto, el Kahles obtiene una puntuación del 63% en cada uno de los subcriterios del alcance.



- Cuarta fase: Jerarquización de las alternativas.

Por último, se obtiene la matriz de decisión:

MATRIZ DE DECISIÓN				
CRITERIOS / SUBCRITERIOS	PESOS	Leupold RX1300	Bushnell nitro 1800	Kahles helia RF-M
Precisión	0.10	0.28	0.56	0.16
+ Láser	0.25	0.33	0.33	0.33
+ Calculador	0.75	0.26	0.63	0.11
Resistencia	0.69	0.29	0.57	0.14
Alcance	0.21	0.11	0.26	0.63
+ Alcance láser	0.71	0.11	0.26	0.63
+ Potencia	0.14	0.11	0.26	0.63
+ Diámetro Objetivo	0.14	0.11	0.26	0.63
		0.25	0.51	0.25

Figura 49 - Matriz de decisión. Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro se puede observar que el ganador sería el telémetro Bushnell nitro 1800, obteniendo un peso del 51%, duplicando así la valoración obtenida por los otros telémetros. El segundo y tercer lugar están empatados con un peso del 25% cada una de las alternativas, por lo que habría que diferenciarlas mediante la priorización de los criterios evaluados.

Se puede observar claramente que la resistencia es el criterio que marca la elección del telémetro, con un aplastante 69% del peso. Es precisamente por esto, y por el criterio de precisión, por lo que el instrumento de la casa Bushnell es el seleccionado, a pesar de estar muy por detrás de los otros telémetros en otros criterios como por ejemplo el alcance, donde el dispositivo de la marca Kahles es claramente vencedor.

Coincidiendo así, con el análisis visual realizado mediante el Radar Chart.



Figura 50 - Telémetro Bushnell nitro 1800. Fuente: Borchers



6 CONCLUSIONES

En el presente apartado se va a establecer una relación entre los objetivos expuestos en el apartado 2 del presente trabajo, y los resultados obtenidos mediante el desarrollo de las distintas metodologías propuestas.

- **Objetivo principal.** Proponer una adaptación del VEC consistente en el diseño de una modificación del afuste polivalente que el Ejército de Tierra tiene en dotación actualmente para así permitir el uso de una ametralladora en el puesto de explorador y con un telémetro para el mismo puesto.

Respecto a este objetivo, se ha realizado un diseño en 3D con la herramienta SolidWorks de tres piezas que permiten instalar el afuste polivalente de dotación en la escotilla del explorador del VEC. Además, mediante un análisis de materiales, se ha concluido que dicho conjunto de piezas debería de ser fabricada en acero inoxidable. Para la realización del mencionado adaptador, ha sido necesario consultar a los grupos de expertos 1, 2 y 3, así como realizar mediciones directas tanto sobre el vehículo como sobre la base del afuste polivalente con la finalidad de realizar un diseño completamente factible y compatible.

Por otro lado, se ha seleccionado el telémetro Bushnell nitro 1800. La selección de dicho telémetro se ha realizado mediante tres fases. En la primera, se han consultado a los grupos de expertos 1, 2 y 3 las características que tiene que reunir el visor para su empleo por parte del explorador mediante una encuesta. Posteriormente, las mencionadas características se han filtrado mediante el empleo de la Casa de la Calidad, obteniendo como características clave, la resistencia, la precisión y el alcance eficaz. Por último, para la elección del dispositivo se han aplicado los métodos AHP y Radar Chart, obteniendo como mejor opción el de la casa Bushnell y como segunda y tercera opción, con una puntuación igual, el Leupold RX 1300 y el Kahles helia RF-M.

La consecución del mencionado objetivo principal trae consigo además la consecución de varios de los objetivos secundarios marcados al inicio del proyecto.

- **Objetivos secundarios.** Conocer las capacidades del Vehículo de Exploración de Caballería y las misiones del puesto de explorador. Determinar la amenaza a la que se puede enfrentar el vehículo.

Con estos objetivos se pretendía acotar las numerosas posibilidades en cuanto a sistemas de armas para su utilización por parte del explorador, obteniendo como mejor opción la AMM MG-42, y las características que debe reunir el telémetro para que permita cumplir la misión del explorador.

Estos objetivos se han afrontado mediante la revisión de los distintos manuales técnicos y de instrucción de la tripulación del VEC, la realización de encuestas a los grupos de expertos y la realización de un DAFO.

- **Objetivos secundarios.** Modernizar los sistemas de armas del VEC. Prolongar el tiempo de servicio del VEC mejorando sus capacidades.

Con estos objetivos se pretende potenciar las capacidades del Vehículo de Exploración de Caballería para así poder cumplir la misión de la Caballería Española, el reconocimiento.



Además, se busca mantener en el servicio la plataforma hasta que esta pueda ser cambiada por una plataforma nueva, o en su defecto, una versión más modernizada.

Todo ello, fruto del objetivo principal, la mejora de la capacidad de observación y la potencia de fuego del VEC, concretamente del puesto táctico de explorador.

Como conclusión, los numerosos años de funcionamiento que el VEC carga sobre su hoja de servicio hace que tanto sus sistemas de armas como sus medios se estén quedando atrás con respecto a las nuevas tecnologías. Sin embargo, actualmente, el Ejército de Tierra, y en concreto la Caballería Española, no puede prescindir de sus servicios hasta que se obtenga un sucesor, ya que este vehículo es la punta de la lanza en cuanto al reconocimiento y la exploración. Es por ello, por lo que se requiere, en la medida de lo posible, mejorar sus capacidades.

Para solventar estas necesidades, la reducida potencia de fuego y la escasa capacidad de observación, se han utilizado diversos métodos de forma paralela con el objetivo de poder tanto adaptar el uso del afuste polivalente que tiene el ET en dotación actualmente para poder instalarlo en la escotilla del explorador, como buscar un telémetro que cumpla de la manera óptima sus necesidades, las cuales han sido determinadas mediante los grupos de expertos establecidos y las encuestas realizadas al GCLACLEG II.

En definitiva, los cambios propuestos son pequeños detalles pero que, sin embargo, lejos de limitarse a resolver el problema que supone la antigüedad de los medios disponibles, significarían un gran salto cualitativo en cuanto a las capacidades del VEC, en concreto del puesto del explorador.



7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. G. García, El combate de la Caballería, Academia General Militar, 2022.
- [2] M. d. Defensa, «Ministerio de Defensa,» [En línea]. Available: https://ejercito.defensa.gob.es/materiales/Armamento_pesado_veh_combate/VEC.html
- [3] «Conferencia sobre el vehículo Dragón 8x8,» 2022.
- [4] M. d. Defensa, «Ministerio de Defensa,» [En línea]. Available: https://ejercito.defensa.gob.es/estructura/briex_2035/index.html
- [5] M. d. Defensa, «Ministerio de Defensa,» [En línea]. Available: https://ejercito.defensa.gob.es/estructura/briex_2035/principal.html.
- [6] A. P. D. Olivera, «El análisis DAFO y los objetivos estratégicos,» *Contribuciones a la economía*, 2011.
- [7] O. SARLI, Análisis FODA. Una herramienta necesaria, 2015.
- [8] M. A. Hinojosa, Diagrama de Gantt. Producción Procesos y Operaciones, 2003.
- [9] R. T. Pastor, «Planificación y programación de operaciones,» *Perspectivas*, 2011.
- [10] C. McKeever, «The Project Charter - Blueprint for success,» *CrossTalk*, 2006.
- [11] H. Alemán Novoa y C. Rodríguez Barrera, «Metodologías para el análisis de riesgos en los SGSI,» *Fundación Universitaria Juan de Castellanos*, 2014.
- [12] J. Sancho, M. Torralba, R. Acero y J. Pastor, Ingeniería de la Calidad, 2020.



- [13] Y. Akao y G. Mazur, «La vanguardia en QFD: pasado, presente y futuro,» *Revista Internacional de Gestión de Calidad y Confiabilidad*, vol. 20, nº 1, pp. 20-35, 2003.
- [14] D. Stamatis, «Planificación avanzada de la calidad: una guía de sentido común para AQP y APQP,» *Prensa de productividad*, 2001.
- [15] A. Darko, A. Chan, Ameyway, EE, E. Owusu, E. Pärn y D. Edwards, «Revisión de la aplicación del proceso de jerarquía analítica en la construcción,» *Revista internacional de gestión de la construcción*, pp. 436-452, 2019.
- [16] M. Delgado, Asignatura Dibujo Técnico y Diseño Asistido por Ordenador, Zaragoza, 2019.
- [17] J. S. Val, Asignatura Oficina de Proyectos, Zaragoza, 2023.
- [18] M. d. Defensa, «Ministerio de Defensa,» [En línea]. Available: <https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Almeria/brileg/index.html>.
- [19] F. R. Rodríguez, Asignatura Sistemas de Armas de Caballería, 2022.
- [20] E. M. d. Ejército, MT6-201. Manual Técnico Vehículo de Exploración de Caballería, 1997.
- [21] M. d. A. y. Doctrina, MI-200. Tripulación Vehículo de Exploración de Caballería, 2013.
- [22] M. d. A. y. Doctrina, MI-204. Procedimiento de Instrucción del VEC, 2016.
- [23] M. d. A. y. Doctrina, MT-913. Afuste polivalente, 2022.



ANEXOS



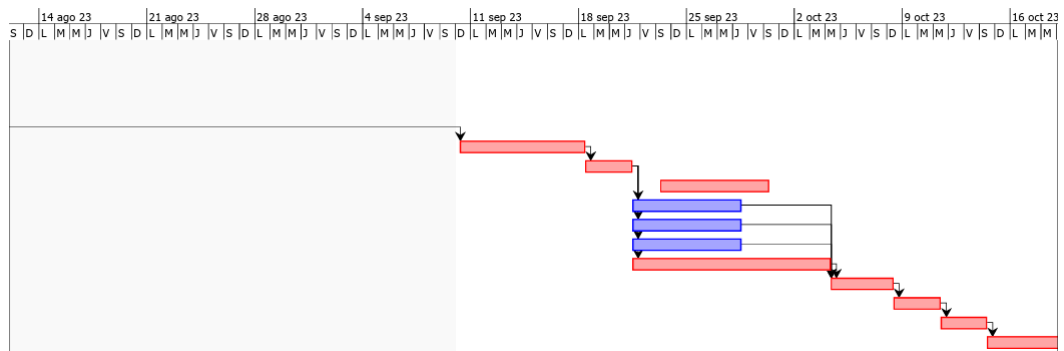
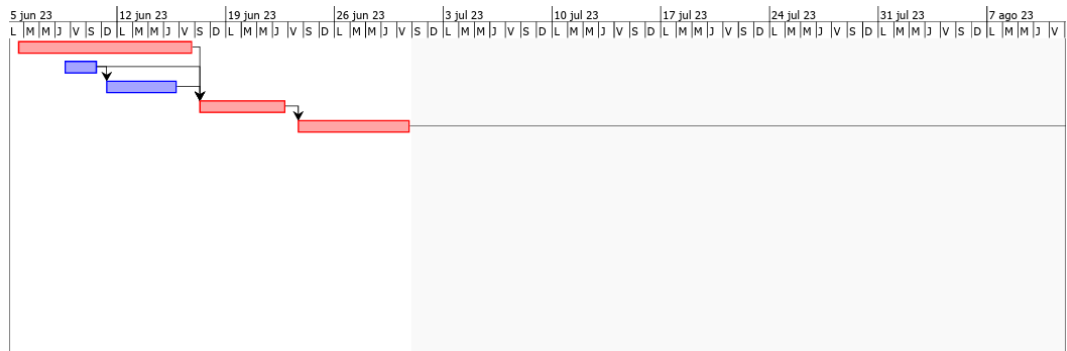
PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO



ANEXO 1

DIAGRAMA DE GANTT

	📅	Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Predecesores	Nombres del Recurso	V	S	D
1	📅	Planificación del proyecto	7 days	5/06/23 16:00	16/06/23 20:00					
2	📅	Realización Diagrama de Gantt	2 days	8/06/23 16:00	10/06/23 17:00					
3		Generación de Project Charter	3 days	11/06/23 8:00	15/06/23 20:00	2				
4		Redacción Apartado 1: Introducción	4 days	17/06/23 8:00	22/06/23 20:00	1;2;3				
5		Redacción Apartado 2: Objetivos y Alcance	5 days?	23/06/23 16:00	30/06/23 20:00	4				
6		Redacción Apartado 3: Metodología	8 days	10/09/23 7:25	18/09/23 10:45	5				
7		Realización Análisis DAFO	3 days	18/09/23 10:45	21/09/23 12:00	6				
8	📅	Realización encuestas a grupos de expertos	7 days	22/09/23 16:00	30/09/23 10:20					
9		Análisis de costes	7 days	21/09/23 12:00	28/09/23 14:55	7				
10		Redacción Apartado 4: Marco Teórico	7 days	21/09/23 12:00	28/09/23 14:55	7				
11		Análisis de materiales	7 days	21/09/23 12:00	28/09/23 14:55	7				
12		Realización modelado 3D	12 days	21/09/23 12:00	4/10/23 9:25	7				
13		Realización Radar Chart	4 days	4/10/23 9:25	8/10/23 11:05	9;10;11;12				
14		Realización AHP	3 days	8/10/23 11:05	11/10/23 12:20	13				
15		Redacción Apartado 5: Análisis y Resultados	3 days	11/10/23 12:20	14/10/23 13:35	14				
16		Redacción Apartado 6: Conclusiones	5 days?	14/10/23 13:35	20/10/23 8:05	15				





	23 oct 23					30 oct 23					6 nov 23					13 nov 23								
J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D



ANEXO 2

PROJECT CHARTER

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO (PROJECT CHARTER)		
Título:	Adaptación de un afuste multipropósito para su empleo por parte del Explorador del Vehículo de Exploración de Caballería.	Fecha: 15/06/2023
Project Manager:	Juan Francisco Montalbán Escandell	Lugar: RONDA (ESPAÑA)
Recursos personal:	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe de Proyecto - Personal Escuadrón de Plana Mayor y Servicios - Personal Escuadrón Ligero Acorazado 3 	
Equipo de proyecto:	Juan Francisco Montalbán Escandell (Jefe de Proyecto).	
Stakeholders:	<ul style="list-style-type: none"> - Suministradores Secundarios - Suministrador Principal - Caballeros y Damas Legionarios - Cuadros de mando Escuadrones Ligero Acorazados - Teniente Coronel Jefe Del Grupo de Caballería Ligero Acorazado de La Legión - Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC) - Inspección General del Ejército de Tierra (IGE) - Ministerio de Defensa (MINISDEF) 	
Descripción general del proyecto:		
<ul style="list-style-type: none"> - Proyecto: Adaptación de un afuste multipropósito para su empleo por parte del Explorador del Vehículo de Exploración de Caballería. - Misión: Mejorar las capacidades respecto a observación y potencia de fuego del Explorador del VEC. - Visión: Prolongar la vida útil de un sistema de armas en proceso de obsolescencia, convirtiendo al GCLACLEG en una unidad de referencia a nivel nacional en esta materia. 		
Business case:		
<ul style="list-style-type: none"> - Motivo de desarrollo de Proyecto <p>Actualmente, debido a las limitaciones presupuestarias, existe una gran dificultad de renovación de los medios con los que cuentan las unidades de caballería. Por ello, este proyecto trata de alargar la vida útil de uno de estos medios, en concreto el VEC, mediante la mejora de sus capacidades en cuanto a observación, por medio de la instalación de un telémetro, y en cuanto a potencia de fuego, mediante la instalación de un afuste multipropósito.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alternativas de proyecto <p>A la hora de abordar el proyecto se barajan dos alternativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ALTERNATIVA 1. Adquirir afustes nuevos. • ALTERNATIVA 2. Utilización de los afustes en el stock del ET. <ul style="list-style-type: none"> - Rentabilidad social <p>El desarrollo del proyecto, además de los beneficios internos proporcionados al GCLACLEG, postularía al mismo como una unidad ejemplo y a la vanguardia en el ámbito de modernización no solo a nivel Ejército de Tierra (ET), sino incluso dentro de las Fuerzas Armadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Posicionamiento en el mercado <p>En el ámbito de este proyecto no existe competencia en el mercado, ya que es un diseño único. Esto, supondría una fácil salida al mercado con la finalidad de exportación de diseños similares a otros países.</p>		
Objetivos y requisitos del proyecto:		
<ul style="list-style-type: none"> - Objetivo principal: El objetivo principal de este proyecto es dotar al GCLAC "Reyes Católicos" de una adaptación del VEC consistente en la instalación de un afuste polivalente con capacidad de permitir el uso de la ametralladora MG4E y con un telémetro para el puesto de explorador del mencionado vehículo. - Objetivos específicos: <ul style="list-style-type: none"> - Conocer las capacidades del Vehículo de Exploración de Caballería y las misiones del puesto de explorador. - Determinar la amenaza a la que se puede enfrentar el vehículo. - Modernizar los sistemas de armas del VEC. - Aumentar la potencia de fuego en la parte trasera del VEC mediante el uso de una ametralladora. - Aumentar la precisión del explorador mediante la introducción de una base fija para el armamento. - Mejorar la capacidad de observación del explorador tanto si se encuentra en el vehículo como si se encuentra a pie. - Permitir la medición de distancias por parte del explorador del VEC. - Aumentar la vida útil del VEC. - Introducir la adaptación a todas las unidades de Caballería del Ejército de Tierra que lo quieran implementar. 		
Entregables / Hitos:		Fecha
M0	Planificación del proyecto	15/06/2023
M1	Análisis de Viabilidad	20/06/2023



M2	Redacción Apartado 1: Introducción	22/06/2023
M3	Redacción Apartado 2: Objetivos y Alcance	30/06/2023
M4	Redacción Apartado 3: Metodología	18/09/2023
M5	Realización Análisis DAFO	21/09/2023
M6	Análisis de costes	28/09/2023
M7	Redacción Apartado 4: Marco Teórico	28/09/2023
M8	Realización modelado 3D	04/10/2023
M9	Aplicación método AHP	11/10/2023
M10	Redacción Apartado 5: Análisis y Resultados	14/10/2023
M11	Redacción Apartado 6: Conclusiones	20/10/2023
Riesgos de alto nivel:		
Amenazas:		
<ul style="list-style-type: none"> - Descatalogación del VEC, un sistema de armas muy antiguo que corre el riesgo de ser sustituido por uno más moderno. - Posibilidad de que ningún proveedor se comprometa a fabricar los adaptadores de los afustes, por lo que no sea posible su instalación. - Posibilidad de que en el stock del Ejército de Tierra no haya adquiridos afustes multipropósito suficientes como para cubrir la demanda de este proyecto, por lo que haya que adquirir más, generando sobrecoste. 		
Oportunidades:		
<ul style="list-style-type: none"> - El diseño y el producto únicos en el mercado, por lo que no se tendría competencia en este sector, favoreciendo incluso la posibilidad de exportar a otros países. - Capacidad de extrapolar a otros vehículos, mediante la modificación del diseño del adaptador, lo cual da al proyecto una versatilidad aún mayor. - Alargamiento de la vida útil del VEC, mediante la modernización de sus sistemas, mejorando así sus capacidades hasta la llegada de un sucesor a este vehículo. 		
Aprobación y firma:		Fecha
JUAN FRANCISCO MONTALBÁN ESCANDELL		15/06/2023



ANEXO 3

ANÁLISIS DE RIESGOS

Análisis de riesgos										
Centro Universitario de la Defensa Zaragoza										
Título Proyecto:		Adaptación de un afuste polivalente para su empleo por parte del Explorador del Vehículo de Exploración de Caballería				Jefe de Proyecto:		Juan Francisco Montalbán Escandell		Fecha cambio:
Equipo de proyecto:										Fecha inicio:
Evaluación de riesgos										
ID	Descripción riesgo	Categoría riesgo	Causa del riesgo	Impacto (H,M,L)	Probabilidad (1,2,3)	Clase riesgo	Efectos riesgo	Medida / Alternativas	Clase riesgo tras medida	Responsable
1	Incapacidad técnica de realizar la instalación del afuste	Técnico	La estructura del vehículo no admite este tipo de modificaciones	H	1	1H	Cancelación del proyecto	Realizar un nuevo proyecto sobre otra plataforma	1H	Jefe de Proyecto
2	Imposibilidad de fabricar el diseño	Técnico	El diseño no se puede fabricar debido a su complejidad técnica o a los materiales preestablecidos	M	2	2M	Diseño del adaptador del afuste no válido	Necesidad de rediseñar el adaptador para el afuste	1M	Jefe de Proyecto
3	Subida de precios del telémetro	Financiero	El precio de los telémetros es muy elevado o ha experimentado una subida de precios	H	3	3H	Retraso en la planificación y desarrollo del proyecto o incluso cancelación del mismo	Búsqueda de un nuevo producto, o en su defecto, eliminación del telémetro en el proyecto	1M	Jefe de Proyecto
4	Deterioro prematuro del afuste o del telémetro	Técnico	El afuste o el telémetro se deterioran a una velocidad mayor a la estimada debido a los esfuerzos constantes a los que están sometidos	H	1	1H	Rotura del afuste o del telémetro	Búsqueda de nuevos materiales para realizar el proyecto	1L	Jefe de Proyecto
5	Demora en la dotación de los telémetros	Logística	Los proveedores se retrasan, incumpliendo la planificación acordada	M	2	2M	Retraso en el desarrollo del proyecto	Necesidad de buscar proveedores alternativos	2L	Jefe de Proyecto
6	Dependencia de la altura de los Exploradores del VEC	Técnico	El afuste al no ser adaptable requiere de un perfil de persona concreto	L	3	3L	Diseño del adaptador del afuste no válido	Necesidad de rediseñar el adaptador para el afuste	2L	Jefe de Proyecto
7	Descatalogación del VEC	Logística	El Vehículo de Exploración de Caballería es descatalogado y sustituido por otra plataforma	M	3	3M	Cancelación del proyecto	Realizar un nuevo proyecto sobre la nueva plataforma	1H	Jefe de Proyecto



Matriz riesgos proyecto

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

Estadística

Clase riesgo	Número
Crítico	1
Alto - medio	1
Medio	5
Bajo	0
Total:	7



ANEXO 4

La Casa de la Calidad

			<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>-</td> <td>no existe relación</td> </tr> <tr> <td>+</td> <td>existe relación</td> </tr> </table>							-	no existe relación	+	existe relación
-	no existe relación												
+	existe relación												
Cómo?			Volumen	Calidad materiales	Precisión del láser	Cantidad de aumentos	Plataformas compatibles	Factor crepuscular	Instrumentos meteorológicos				
Qué?			↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑				
1 REQUERIMIENTOS DE LOS CLIENTES													
1	Que sea pequeño	2	9	3	1	3	3	1	3				
2	Que sea resistente	5	3	9	3	1	3	1	3				
3	Que sea preciso	4	1	9	9	9	3	3	3				
4	Que se pueda observar a mucha distancia	4	3	3	0	0	3	9	3				
5	Que se pueda adaptar	3	3	3	1	1	9	1	1				
6	Que se vea con poca luz	5	1	9	3	9	1	9	1				
7	Que haga cálculos meteorológicos	1	1	3	3	1	1	1	9				
EVALUACION DE IMPORTANCIA	ABSOLUTA		64	156	110	132	78	104	62				
	RELATIVA (%)		11	27	19	23	13	10	11				
	DIFICULTAD (1-10)		3	3	6	6	9	5	6				



PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO



ANEXO 5

ENCUESTAS A GRUPOS DE EXPERTOS

ENCUESTA 1

- 1- ¿Cómo calificaría su conocimiento sobre el Vehículo de Exploración de Caballería?
 - a) Excelente
 - b) Bueno
 - c) Regular
 - d) Malo
 - e) Desconocido

- 2- Marque sobre qué sistemas de armas tiene conocimiento (opción múltiple)
 - a) MG-42
 - b) MG-4
 - c) Browning 12,70
 - d) LAG-40

- 3- ¿Cuáles considera las funciones principales del puesto táctico de Explorador del VEC?
Escoja TRES de las opciones en orden de preferencia.
 - a) Obtención de información desde el vehículo
 - b) Obtención de información pie a tierra
 - c) Seguridad de la retaguardia del vehículo
 - d) Reconocimiento de vías a pie
 - e) Reconocimiento de edificaciones a pie
 - f) Combate a pie

- 4- Respecto a la función de obtención de información, tanto desde el vehículo como a pie, ¿Cómo calificaría los medios actuales del Explorador para realizar esta misión?
 - a) Inmejorables
 - b) Poco mejorables
 - c) Regulares
 - d) Muy mejorables

- 5- Respecto a la función de seguridad del vehículo ¿Cómo calificaría la potencia de fuego actual del Explorador para realizar esta misión?
 - e) Inmejorable
 - f) Poco mejorable
 - g) Regular
 - h) Muy mejorable
 - i) Totalmente insuficiente



- 6- En orden de prioridad, ¿Qué aspectos trataría de potenciar del Explorador del VEC?
- Potencia de fuego
 - Capacidad de observación
 - Movilidad
 - Transmisiones
 - Instrucción pie a tierra
- 7- ¿Cree que, desde el punto de vista de ingeniería, es factible la instalación de un afuste polivalente en la escotilla del Explorador del VEC?
- Es totalmente posible
 - Puede que sea posible
 - Es poco probable que sea posible
 - Es imposible
- 8- En caso de instalar un afuste polivalente en el VEC, ¿Qué tipo de armamento utilizaría?
- MG-42
 - MG-4
 - Browning 12,70
 - LAG-40
- 9- En caso de implementar en el mencionado afuste un telémetro, ordene de mayor importancia a menor las distintas características del telémetro.
- Cantidad de aumentos
 - Precisión del láser
 - Resistencia de los materiales
 - Precio
 - Adaptabilidad (visor, casco, armamento)
 - Estación meteorológica incorporada
 - Factor crepuscular (capacidad de ver con escasez de luz)
- 10- ¿Cree que el VEC debería ser retirado del servicio?
- No, aún cumple su misión
 - Sí, pero hasta tener una plataforma que lo sustituya habría que tratar de mejorar sus capacidades en la medida de lo posible
 - Sí, de inmediato



ENCUESTA 2

- 1- Marque sobre qué sistemas de armas tiene conocimiento (opción múltiple)
 - a) MG-42
 - b) MG-4
 - c) Browning 12,70
 - d) LAG-40

- 2- ¿Cree que, desde el punto de vista de ingeniería, es factible la instalación de un afuste polivalente en la escotilla del Explorador del VEC?
 - a) Es totalmente posible
 - b) Puede que sea posible
 - c) Es poco probable que sea posible
 - d) Es imposible

- 3- ¿Cree que, desde el punto de vista económico, es factible la instalación de un afuste polivalente en la escotilla del Explorador del VEC?
 - a) Todos los VEC del GCLACLEG podrían recibir esta modificación
 - b) Algunos VEC del GCLACLEG podrían recibir esta modificación
 - c) Es inviable económicamente

- 4- ¿De qué material fabricaría el anclaje del afuste polivalente al VEC?
 - a) Aluminio
 - b) Acero
 - c) Acero inoxidable
 - d) Titanio
 - e) Tungsteno
 - f) Cromo

- 5- En caso de instalar un afuste polivalente en el VEC, ¿Qué tipo de armamento utilizaría?
 - a) MG-42
 - b) MG-4
 - c) Browning 12,70
 - d) LAG-40

- 6- ¿Cree que la instalación de un afuste polivalente supondría un incremento considerable del mantenimiento de primer y segundo escalón?
 - a) No requiere mucho mantenimiento
 - b) Supondría un pequeño incremento del mantenimiento necesario
 - c) Supondría un incremento considerable del mantenimiento necesario
 - d) Supondría un incremento del mantenimiento inviable

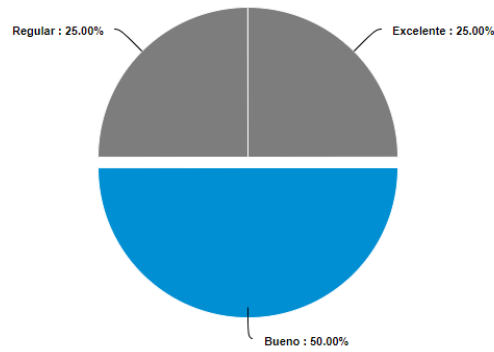


- 7- ¿Cree que el VEC debería ser retirado del servicio?
- a) No
 - b) Sí, pero hasta tener una plataforma que lo sustituya habría que tratar de mejorar sus capacidades en la medida de lo posible
 - c) Sí, de inmediato

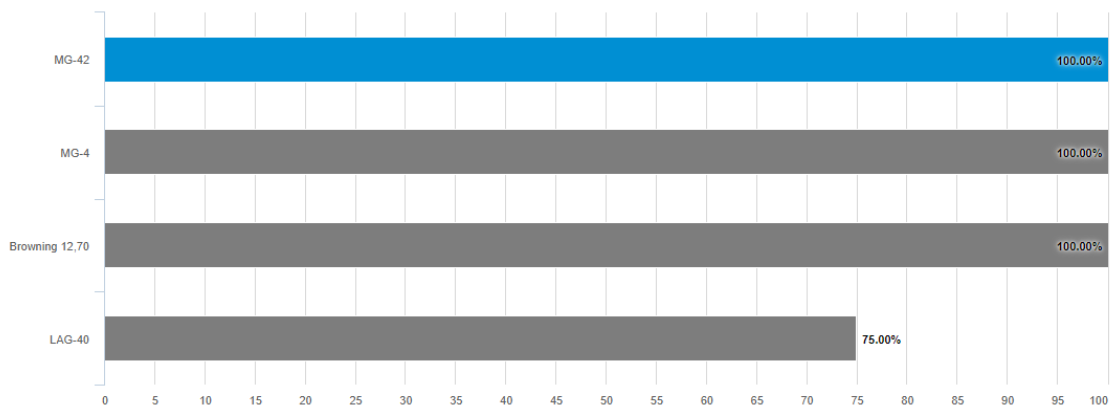


RESULTADOS ENCUESTA 1

¿Cómo calificaría su conocimiento sobre el Vehículo de Exploración de Caballería?



Marque sobre qué sistemas de armas tiene conocimiento (opción múltiple)



¿Cuáles considera las funciones principales del puesto táctico de Explorador del VEC? Escoja TRES de las opciones en orden de preferencia.

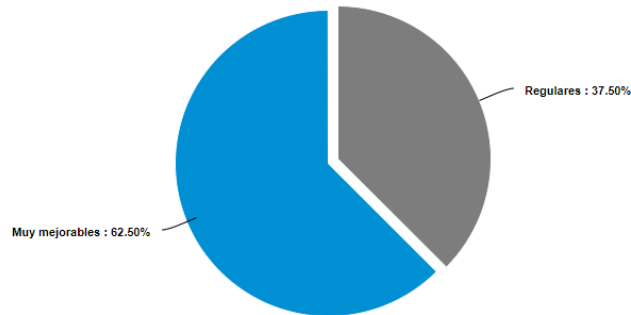


Average Rank

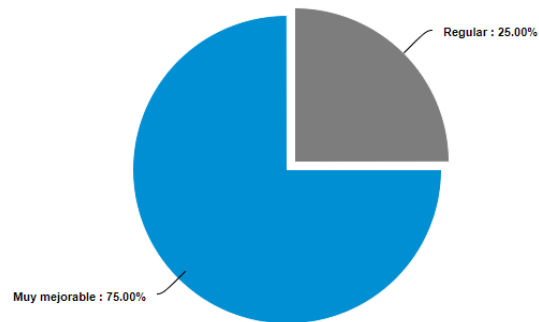
	Rango promedio	1	2	3	4	5	6
Obtención de información desde el vehículo	1.5	[Bar chart showing 1.5 rank]					
Obtención de información pie a tierra	1.5	[Bar chart showing 1.5 rank]					
Reconocimiento de vías a pie	2.5	[Bar chart showing 2.5 rank]					
Seguridad a retaguardia del vehículo	2.67	[Bar chart showing 2.67 rank]					
Reconocimiento de edificaciones a pie	3.33	[Bar chart showing 3.33 rank]					
Combate a pie	4.5	[Bar chart showing 4.5 rank]					



Respecto a la función de obtención de información, tanto desde el vehículo como a pie, ¿Cómo calificaría los medios actuales del Explorador para realizar esta misión?



Respecto a la función de seguridad del vehículo ¿Cómo calificaría la potencia de fuego actual del Explorador para realizar esta misión?



En orden de prioridad, ¿Qué aspectos trataría de potenciar del Explorador del VEC?

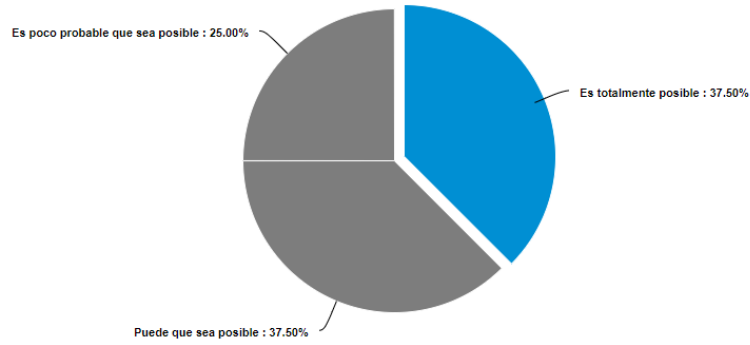


Average Rank

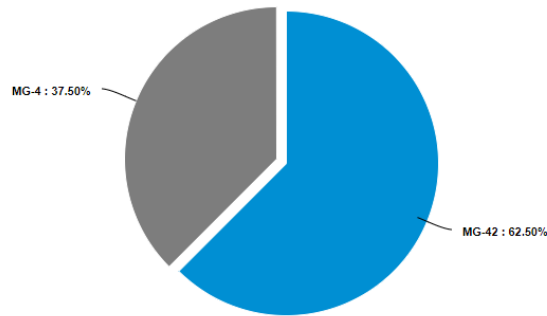
	Rango promedio	1	2	3	4	5
Capacidad de observación	1.5	[Bar chart showing 1.5 on a scale of 1-5]				
Potencia de fuego	2.6	[Bar chart showing 2.6 on a scale of 1-5]				
Instrucción pie a tierra	2.62	[Bar chart showing 2.62 on a scale of 1-5]				
Transmisiones	3.25	[Bar chart showing 3.25 on a scale of 1-5]				
Movilidad	3.33	[Bar chart showing 3.33 on a scale of 1-5]				



¿Cree que, desde el punto de vista de ingeniería, es factible la instalación de un afuste polivalente en la escotilla del Explorador del VEC?



En caso de instalar un afuste polivalente en el VEC, ¿Qué tipo de armamento utilizaría?



En caso de implementar en el mencionado afuste un telémetro, ordene de mayor importancia a menor las distintas características del telémetro.

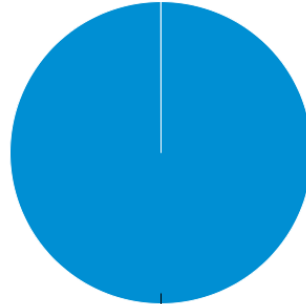


Average Rank

	Rango promedio	1	2	3	4	5	6	7	
Resistencia de los materiales	1.4								
Cantidad de aumentos	2.29								
Precisión del láser	2.5								
Factor crepuscular (capacidad de ver al amanecer y anochecer con escasez de luz)	3.5								
Adaptabilidad (visor, casco, armamento)	3.8								
Precio	4.33								
Estación meteorológica incorporada	6.0								



¿Cree que el VEC debería ser retirado del servicio?

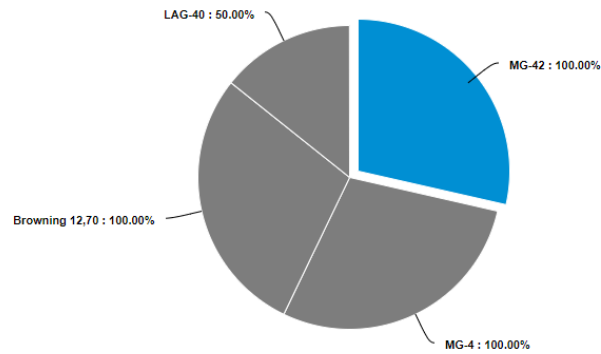


Sí, pero hasta tener una plataforma que lo sustituya habría que tratar de mejorar sus capa : 100.00%

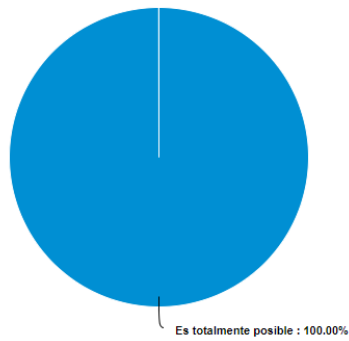


RESULTADOS ENCUESTA 2

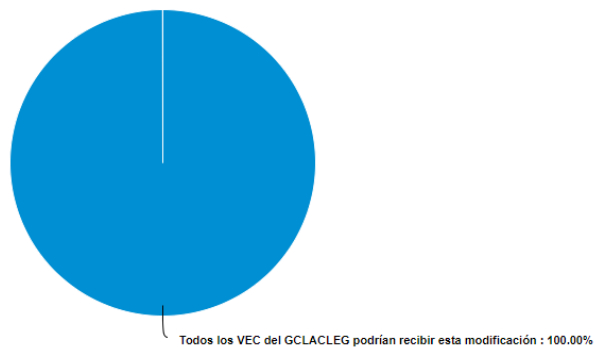
Indique sobre que sistemas de armas tiene conocimiento



¿Cree que, desde el punto de vista de ingeniería, es factible la instalación de un afuste polivalente en la escotilla del Explorador del VEC?



¿Cree que, desde el punto de vista económico, es factible la instalación de un afuste polivalente en la escotilla del Explorador del VEC?

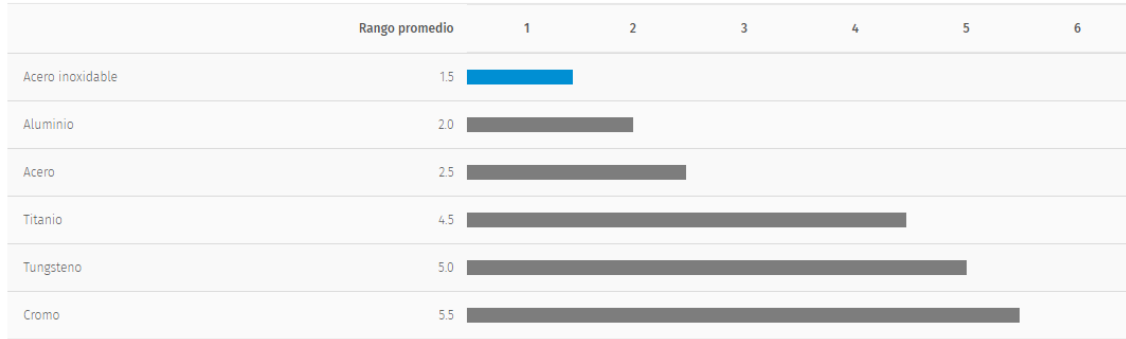




¿De qué material fabricaría el anclaje del afuste polivalente al VEC? Clasifíquelos según el orden de preferencia



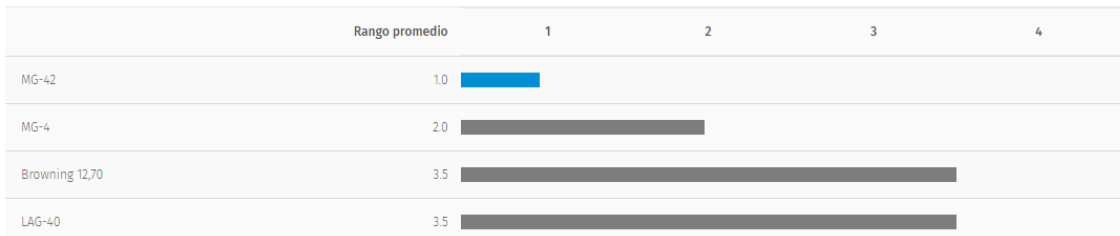
Average Rank



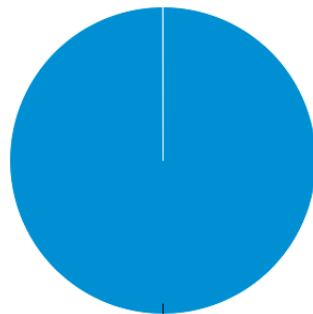
En caso de instalar un afuste polivalente en el VEC, ¿Qué tipo de armamento utilizaría? Clasifíquelos por orden de preferencia



Average Rank



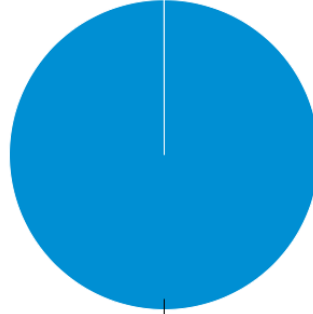
¿Cree que la instalación de un afuste polivalente supondría un incremento considerable del mantenimiento de primer y segundo escalón?



No requiere mucho mantenimiento : 100.00%



¿Cree que el VEC debería ser retirado del servicio?



Sí, pero hasta tener una plataforma que lo sustituya habría que tratar de mejorar sus capa : 100.00%



PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO



ANEXO 6

ORDEN DE OPERACIONES



FRAGO Nº 01/23 090900OCT23 SLAC FROM: ELAC 3 PC.: CM (MÓVIL)

Acción	JPAT Rojo-1	Info	JPN SV Rojo-2	Cartografía: E 1/25000 CMT NAVETAS ETRS89
--------	-------------	------	---------------	---

AMBIENTACIÓN.

Tras la acción sorpresiva enemiga a lo largo de toda frontera nacional, la PT ROJO, encuadrada en la Brigada Multinacional LINX ha recibido el cometido de proporcionar alerta temprana y seguridad inmediata para que los sucesivos escalones organicen una defensa en profundidad. Sin embargo, el empleo por parte del enemigo de medios acorazados ha desbordado el frente y disminuido seriamente la capacidad defensiva de la PT ROJO.

1. SITUACIÓN

a. Enemigo

(1) Información

Se recibe la información de que en la población de Navetas Nuevas se encuentran acantonados varios grupos insurgentes que la utilizan como base para realizar operaciones en el área. Se estima que es posible que el número de personal insurgente en la población sea de unos 5 pax, aunque es posible que haya algunos grupos (entre 2 y 3 pax) que están actualmente implicados en alguna acción se acojan a la población a lo largo de la operación. El armamento de estos grupos consiste en armas ligeras, algún lanzagranadas tipo RPG-7, y vehículos pick-up con ametralladoras medias RPK.

(2) Impresión

Espero en ZA del PN, la presencia de grupos hostiles (entre 2 y 3 pax) que intenten retardar nuestro avance mediante el empleo de hostigamientos. Es muy probable que eviten empeñarse en combate y ser fijados por nuestras fuerzas.

b. Fuerzas Propias

1 PN en base a 2 VEC.

2.- MISION:

La PT ROJO, el 09OCT23, A/O, realizará un cerco al flanco sur de la población de Navetas Nuevas, estableciendo vigilancia sobre la misma para obtener información de la presencia de elementos hostiles en la misma. Mantendrá en todo momento el sigilo para garantizar la sorpresa, y poder así, realizar un ataque premeditado, con su posterior consolidación sobre la misma. Posteriormente, realizará un reconocimiento del itinerario "GREEN" (:) desde las cercanías de la población de Navetas Nuevas para garantizar la Libertad de Movimiento (FoM) a lo largo del mismo.

3. -EJECUCIÓN

a) PROPÓSITO: Con la finalidad de asegurar la Libertad de Movimiento en la ZA, me dispongo a realizar una acción ofensiva sobre la población hostil de Navetas Nuevas, posteriormente, realizaré un itinerario de exfiltración hasta BP.

La situación final deseada será el haber realizado el repliegue manteniendo intacta la capacidad de combate de la PT.

b) CONCEPTO DE LA OPERACIÓN:

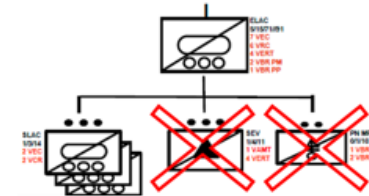
ESQUEMA DE LA MANIOBRA:

INICIALMENTE: Infiltración y ocupación de la ZRN.

SALTO 1: A/O (HORA H), Ocupación de Posiciones de cerco (:) del flanco sur sobre la población de Navetas Nuevas, y BPT realizar cualquier acción táctica que se les ordene.

ORGANIZACIÓN OPERATIVA:

PT "ROJO".
Mando y PN SV (Simulado). SEV:V (Destruída)
SLAC I. (Destruída) PN MP: M (Destruída)
SLAC II. (Destruída)



TÉRMINO	PROBABILIDAD SUBJETIVA ASOCIADA
MUY POCO PROBABLE	P < 10%
POCO PROBABLE	10 % ≤ P < 25%
POSIBLE	25 % ≤ P < 55%
PROBABLE	55 % ≤ P < 80%
MUY PROBABLE	80 % ≤ P < 90%
CASI SEGURO / CASI CIERTO	P ≥ 90 %

SALTO 2: Realización de ataque premeditado y consolidación sobre la población de Navetas Nuevas.

SALTO 3: Realizar exfiltración a BP, realizando ,al menos, el sondeo S_G_1.

c) COMETIDO A UNIDADES SUBORDINADAS:

Pat. ROJO-1: TBD JPat ROJO

Pat. ROJO-2: TBD JPat ROJO



d) MEDIDAS DE COORDINACIÓN:

ZRN1, ZRN2, POSDEF, Itinerario "GREEN", S_G_1, LPOS-1

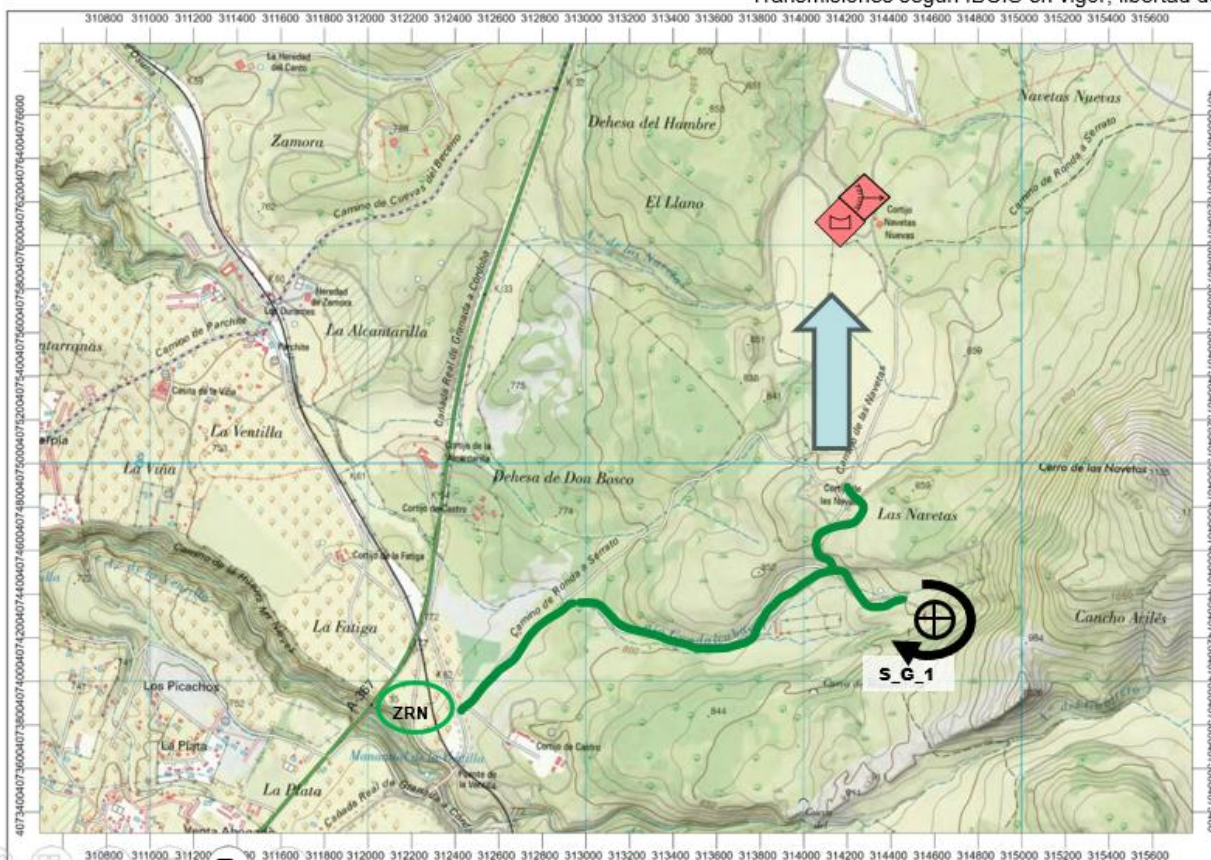
En tiempo:

Inicio infiltración: H
 ZRN PT: H+4
 Ocupación de posiciones de cerco: NLT H+5
 Posición consolidada: NLT H+6
 Exfiltración: H+8

POW,s: informar y esperar órdenes.
 ROE,s: Sin cambios.

4.-APOYO LOGÍSTICO:
 Pn Mando y servicios.
 Reposición clase I, III y V: en ZESP

5.- MANDO Y TRANSMISIONES:
 PC móvil, a retaguardia de Pat ROJO.
 Sucesión de Mando: TBD Jpat ROJO.
 Transmisiones según IBCIS en vigor, libertad de uso.





PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO



ANEXO 7

ANÁLISIS DE MATERIALES

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2.07e+11	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.27	N/D
Módulo cortante		N/m ²
Densidad de masa	7859.9999	kg/m ³
Límite de tracción	685000000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	292000000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	1.7e-05	/K
Conductividad térmica	16.3	W/(m·K)
Calor específico	502	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Figura 51 - Propiedades del Acero Inoxidable. Fuente: Solidworks

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2.049999984e+11	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante	7.999999987e+10	N/m ²
Densidad de masa	7849.999987	kg/m ³
Límite de tracción	585000002.9	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	282685049	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	1.1e-05	/K
Conductividad térmica	52	W/(m·K)
Calor específico	486	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Figura 52 - Propiedades del Acero. Fuente: Solidworks



Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	6.9e+10	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.33	N/D
Módulo cortante	2.7e+10	N/m ²
Densidad de masa	2700	kg/m ³
Límite de tracción	68935600	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	27574200	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	2.4e-05	/K
Conductividad térmica	200	W/(m·K)
Calor específico	900	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Figura 53 - Propiedades del Aluminio. Fuente: Solidworks

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	1.2e+11	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.31	N/D
Módulo cortante	7.7e+10	N/m ²
Densidad de masa	7100	kg/m ³
Límite de tracción	861695000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	551485000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	1.1e-05	/K
Conductividad térmica	75	W/(m·K)
Calor específico	450	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Figura 54 - Propiedades del Hierro. Fuente: Solidworks



Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	1.05e+11	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.37	N/D
Módulo cortante	4.5e+10	N/m ²
Densidad de masa	4510	kg/m ³
Límite de tracción	344000000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	370000000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	9e-06	/K
Conductividad térmica	16.4	W/(m·K)
Calor específico		J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Figura 55 - Propiedades del Titanio. Fuente: Solidworks

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	1.24e+11	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.28	N/D
Módulo cortante	1.6e+11	N/m ²
Densidad de masa	19000	kg/m ³
Límite de tracción	310000000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico		N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	4.5e-06	/K
Conductividad térmica	200	W/(m·K)
Calor específico	130	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Figura 56 - Propiedades del Tungsteno. Fuente: Solidworks

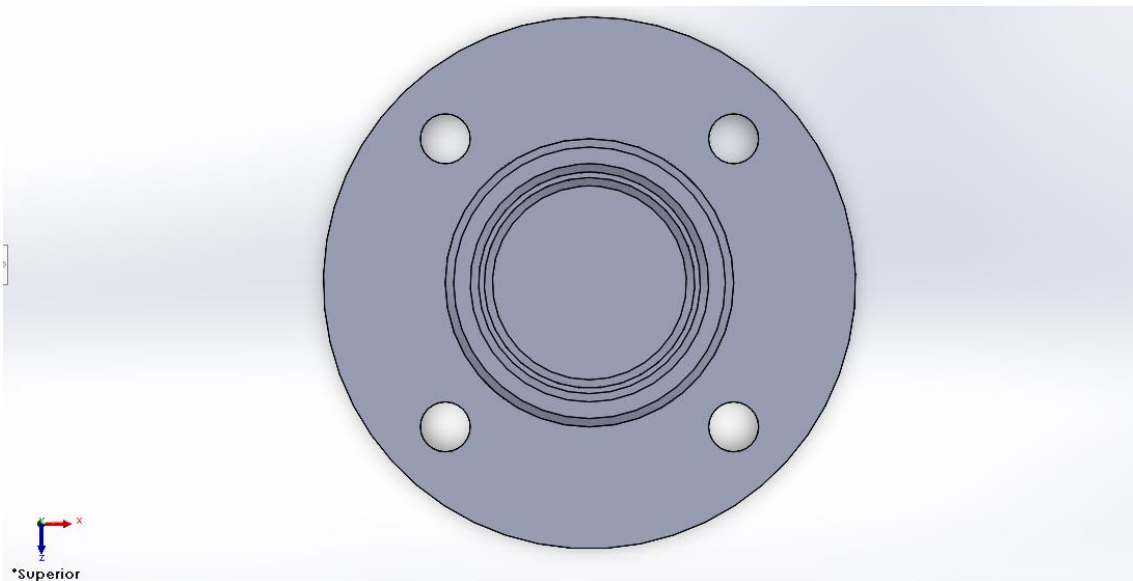
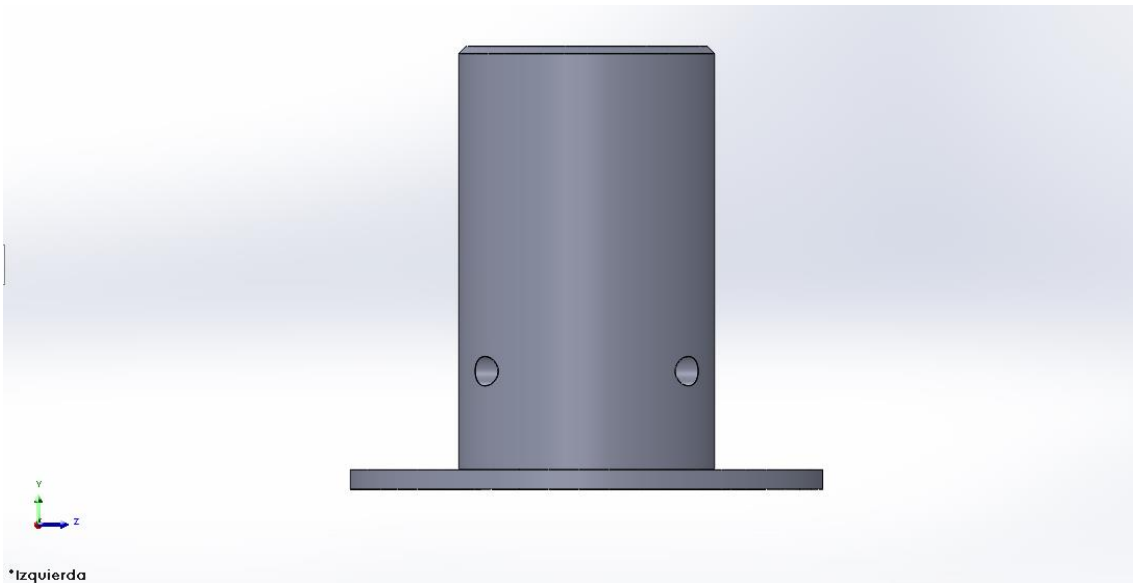
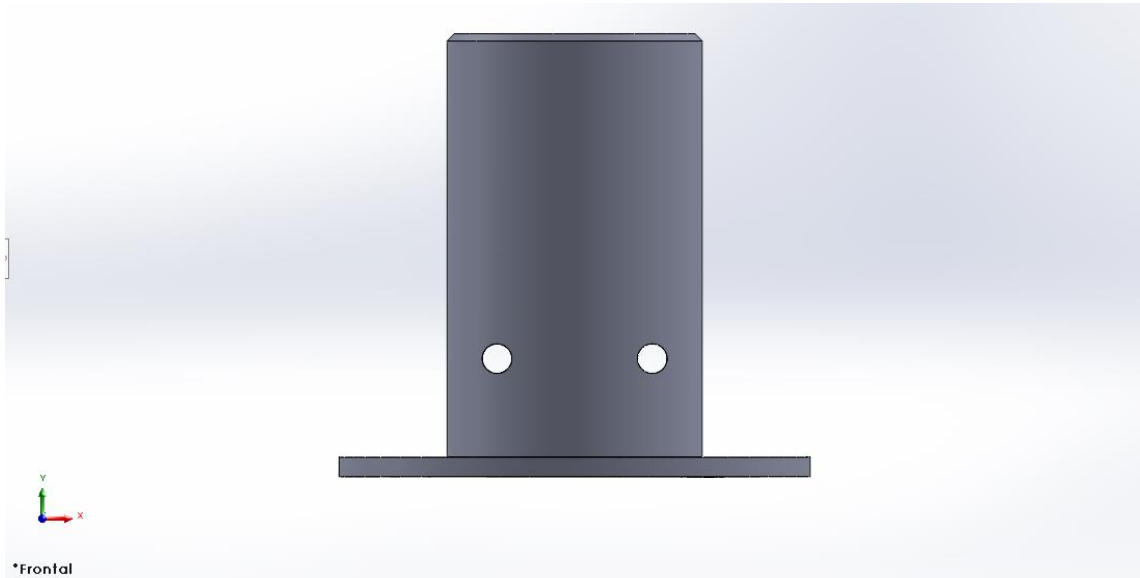


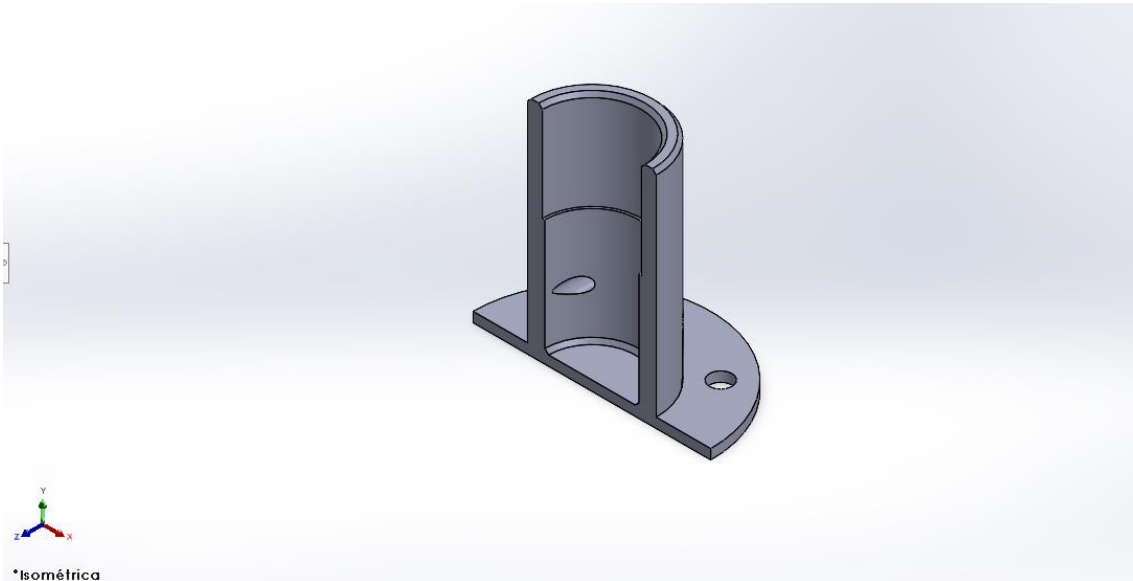
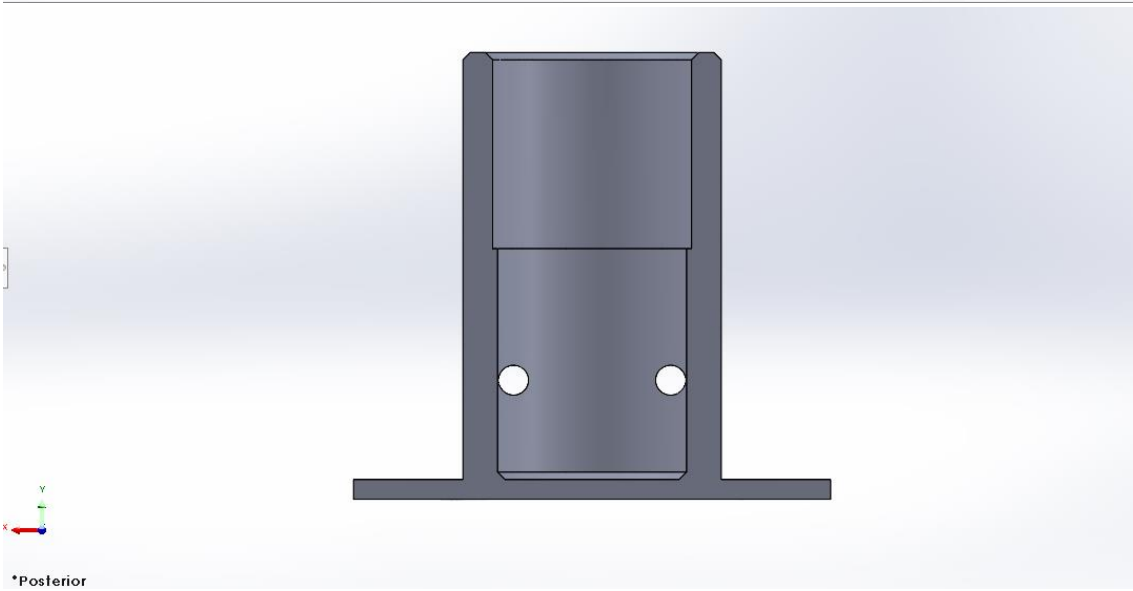
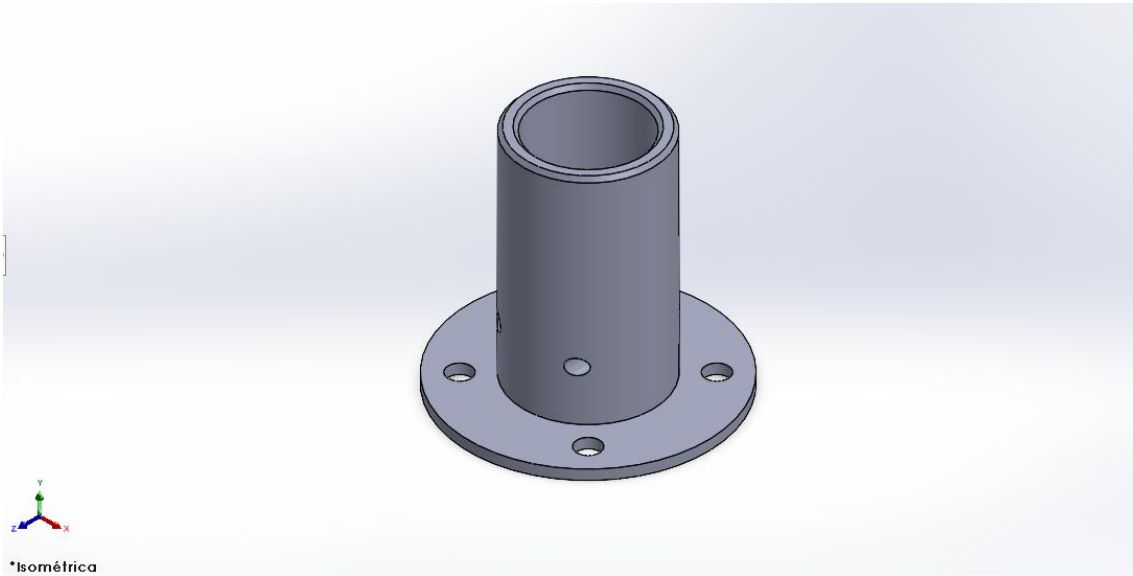
PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO

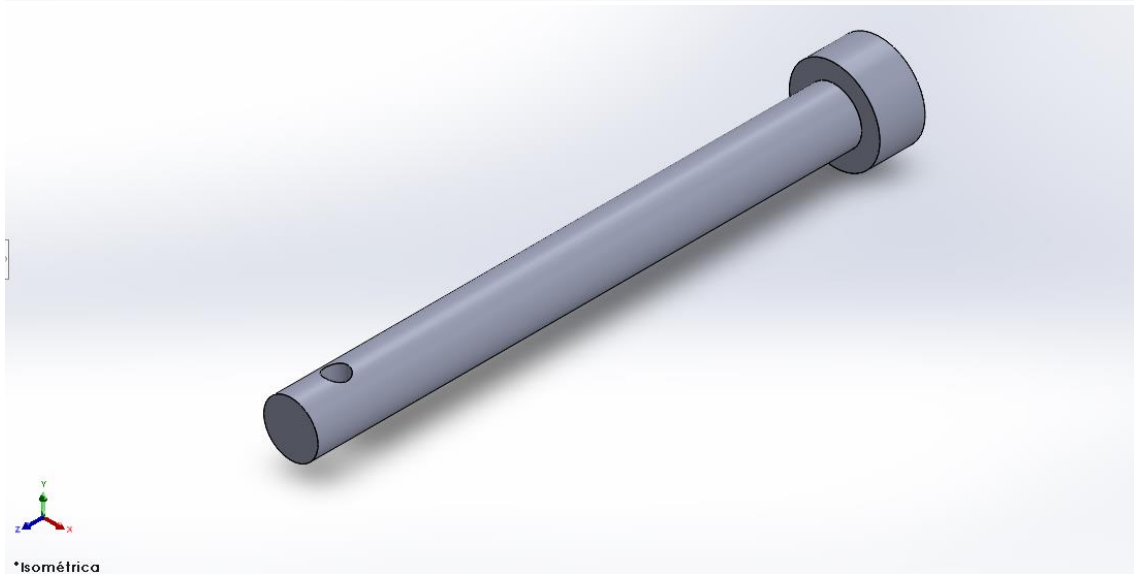
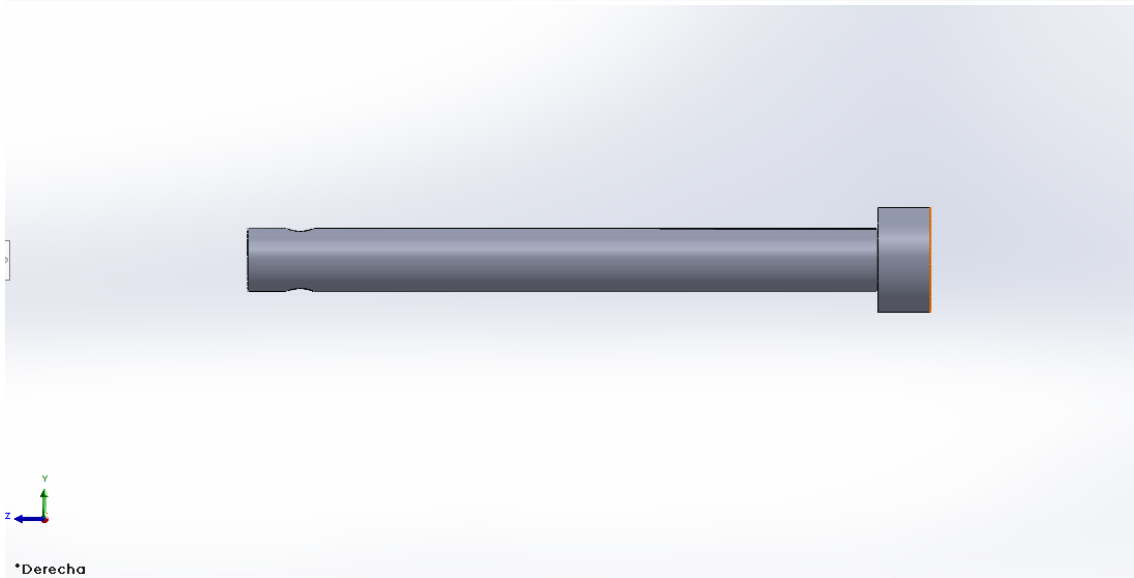
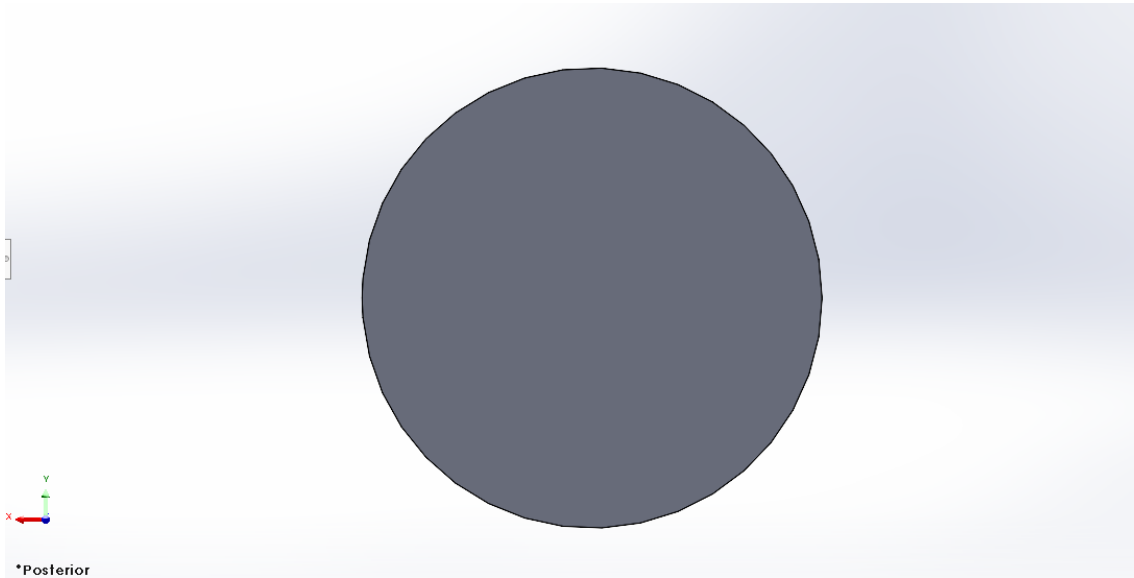


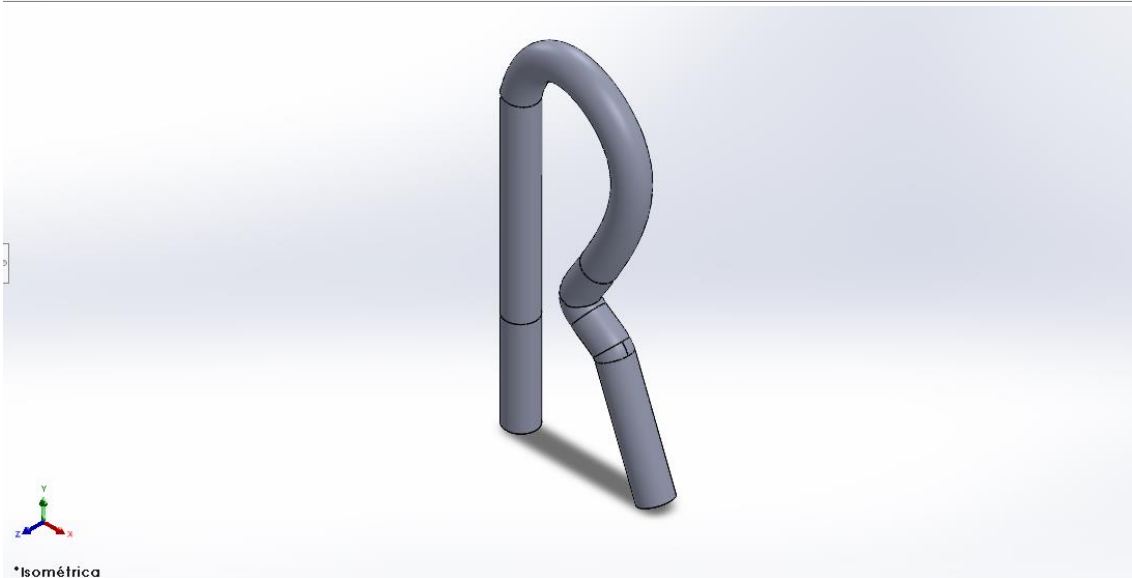
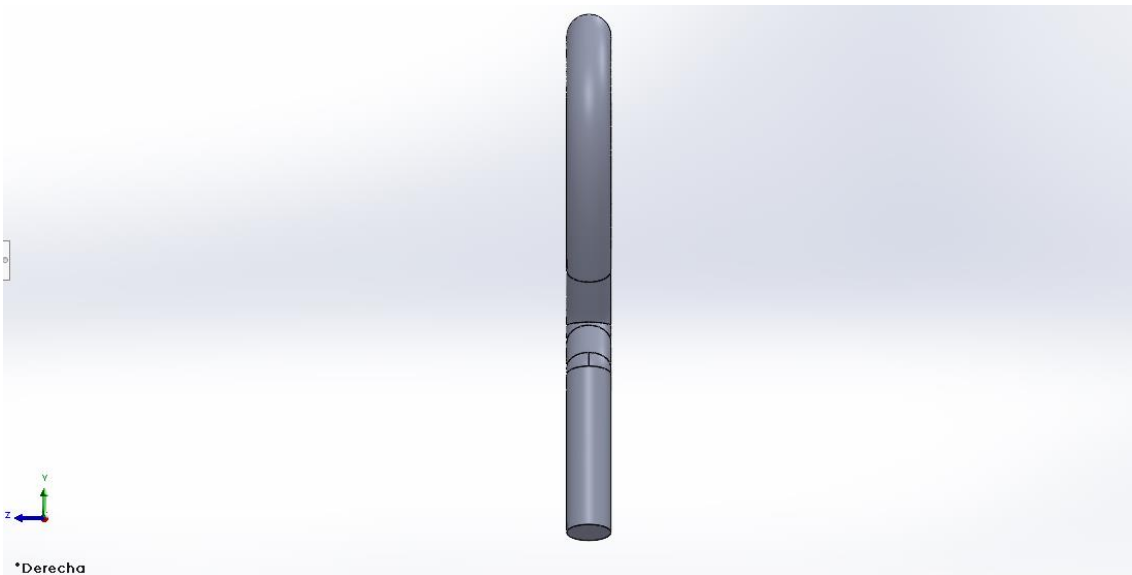
ANEXO 8

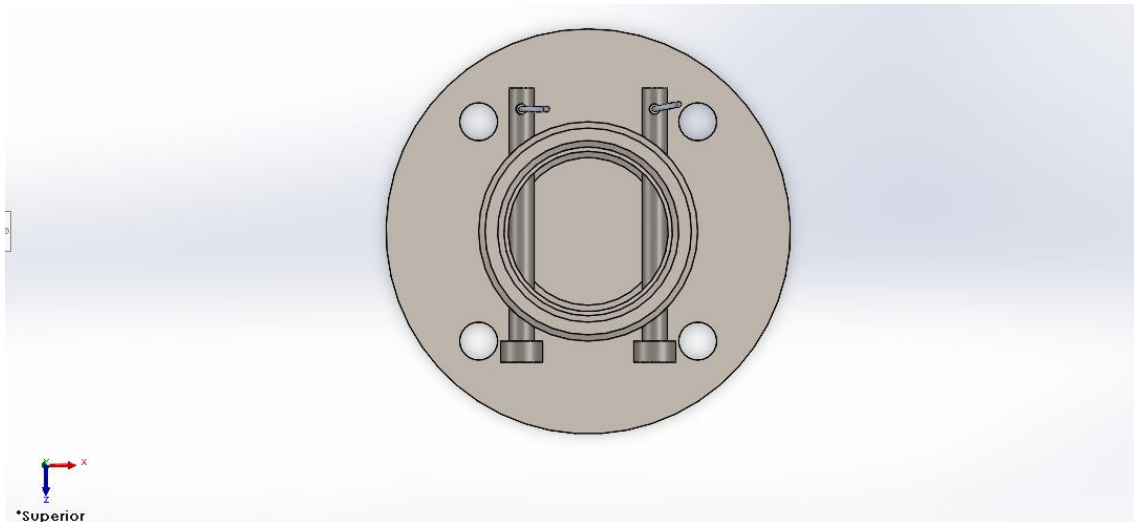
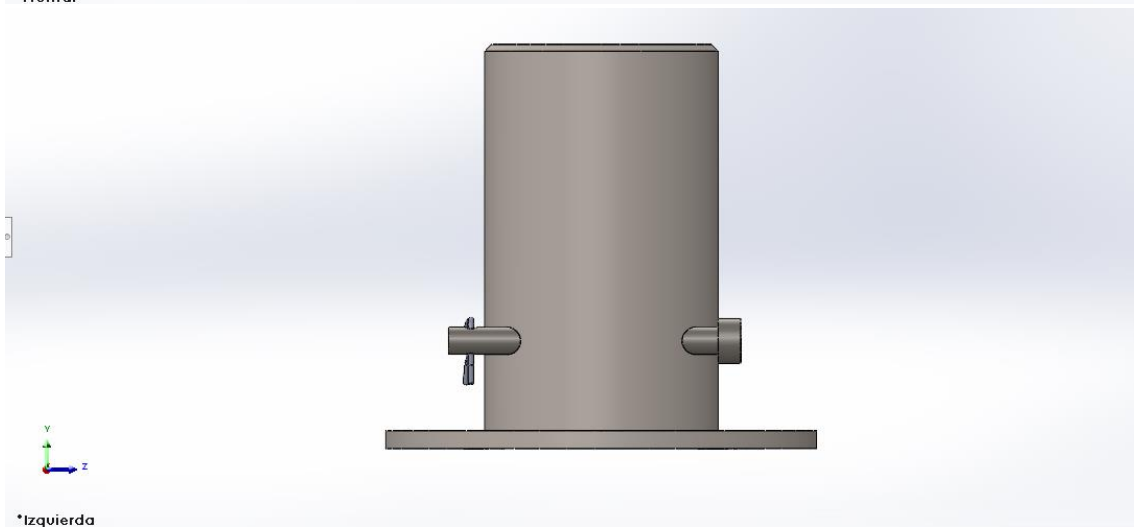
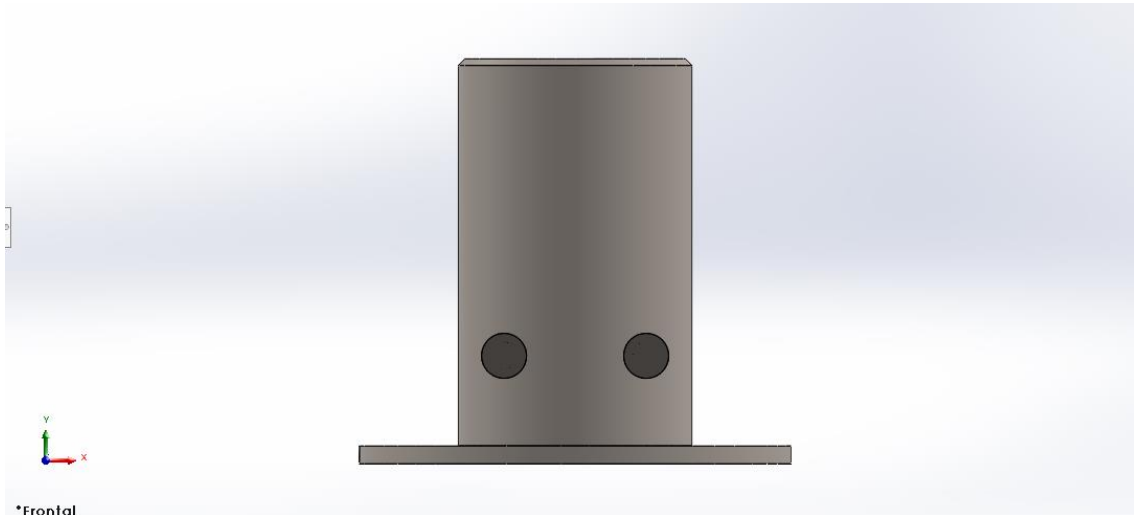
**VISTAS Y PLANOS DEL DISEÑO 3D DEL ADAPTADOR
PARA EL AFUSTE POLIVALENTE**

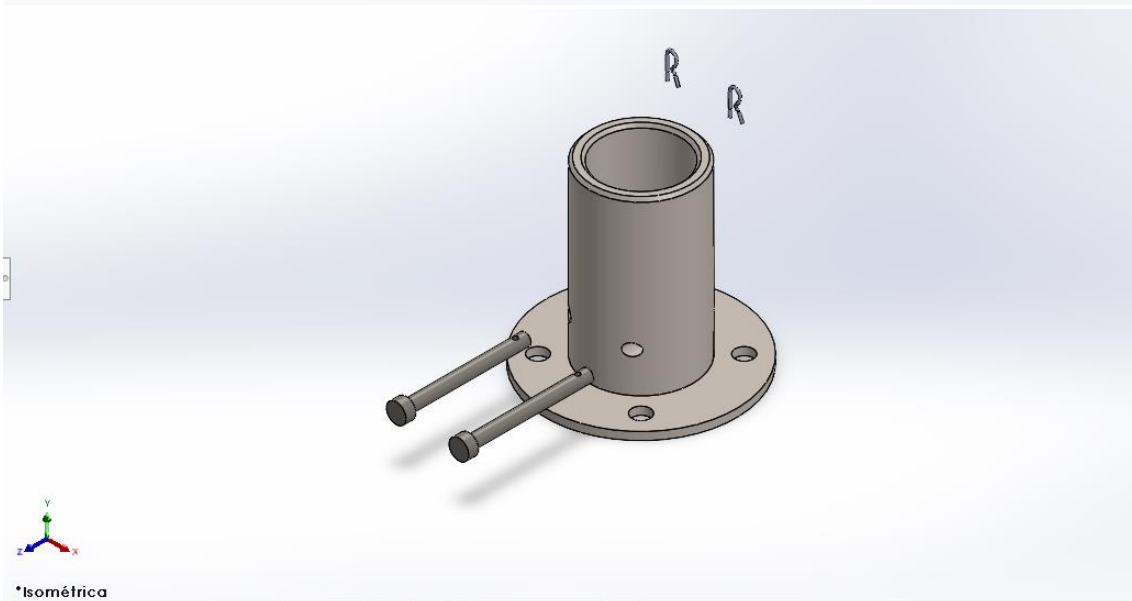
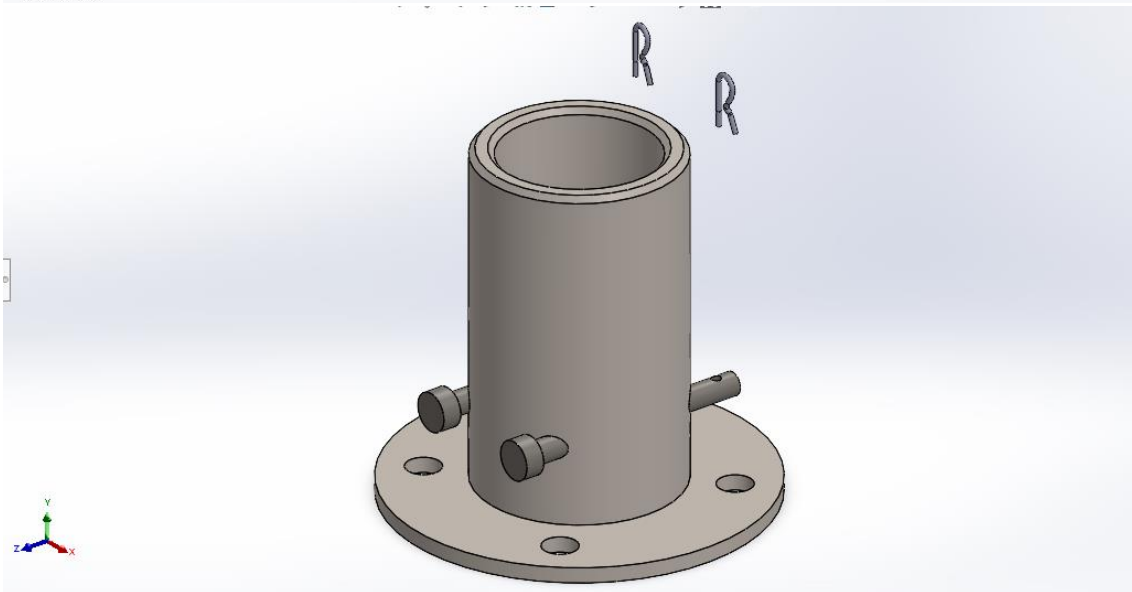
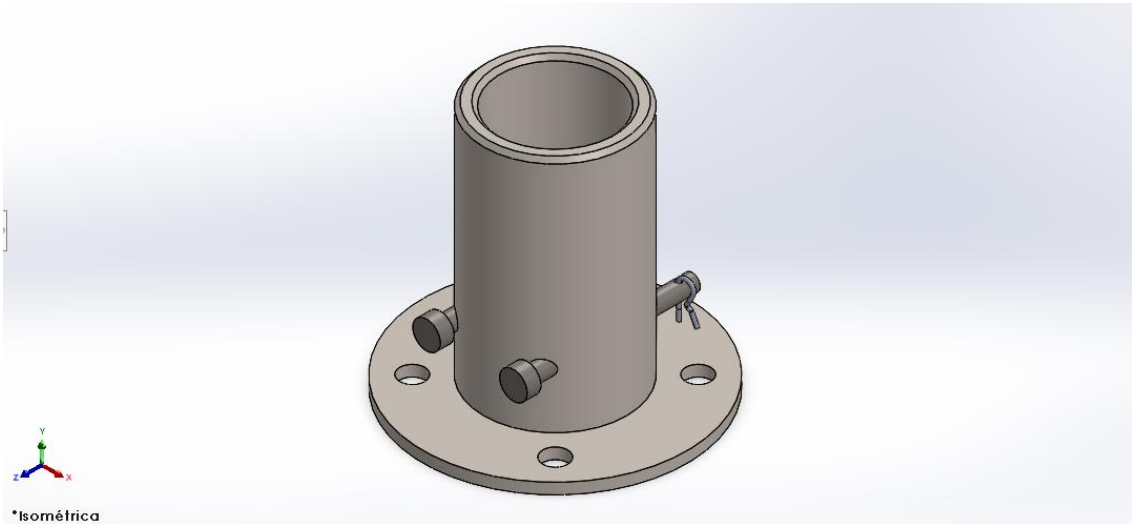


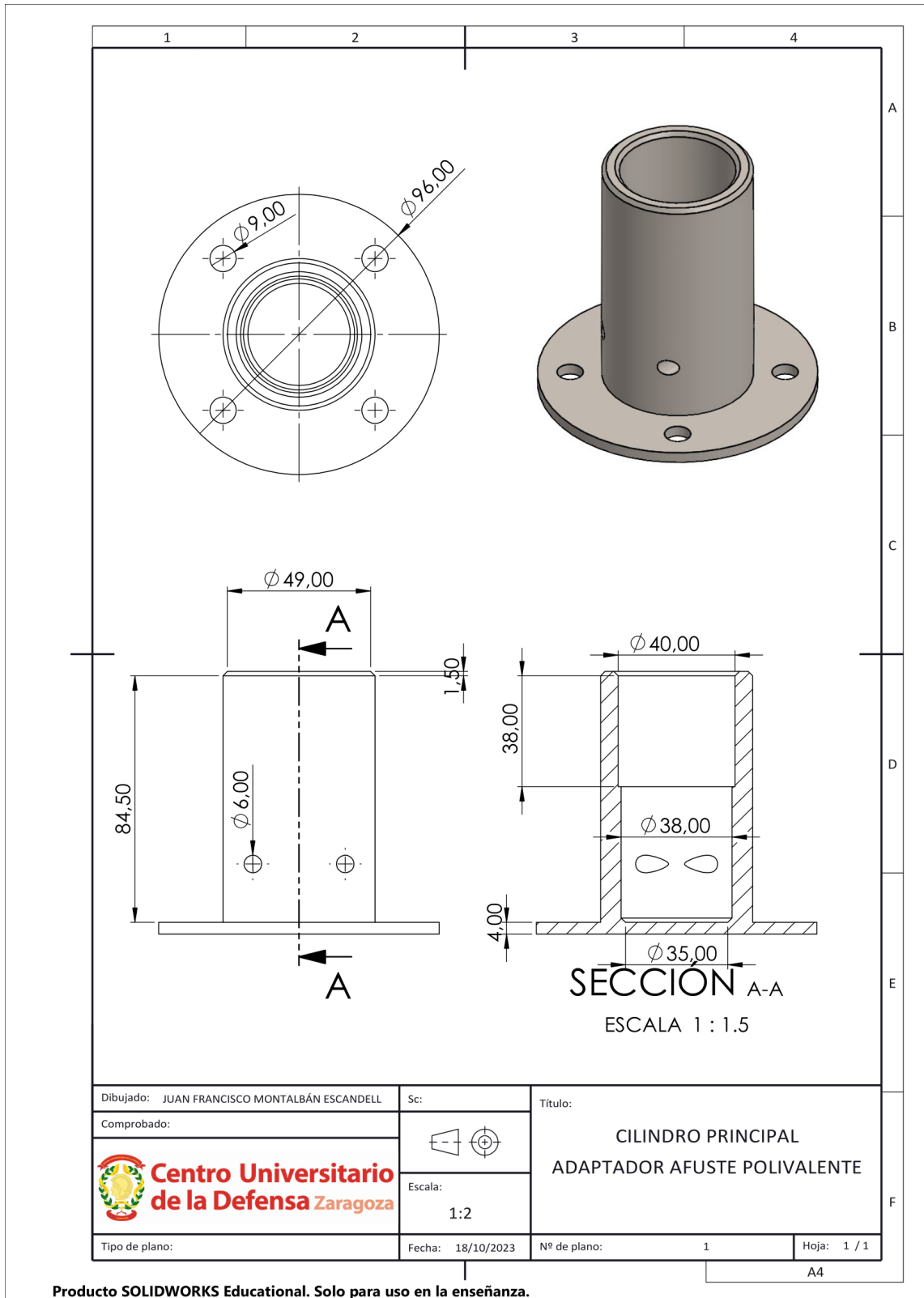




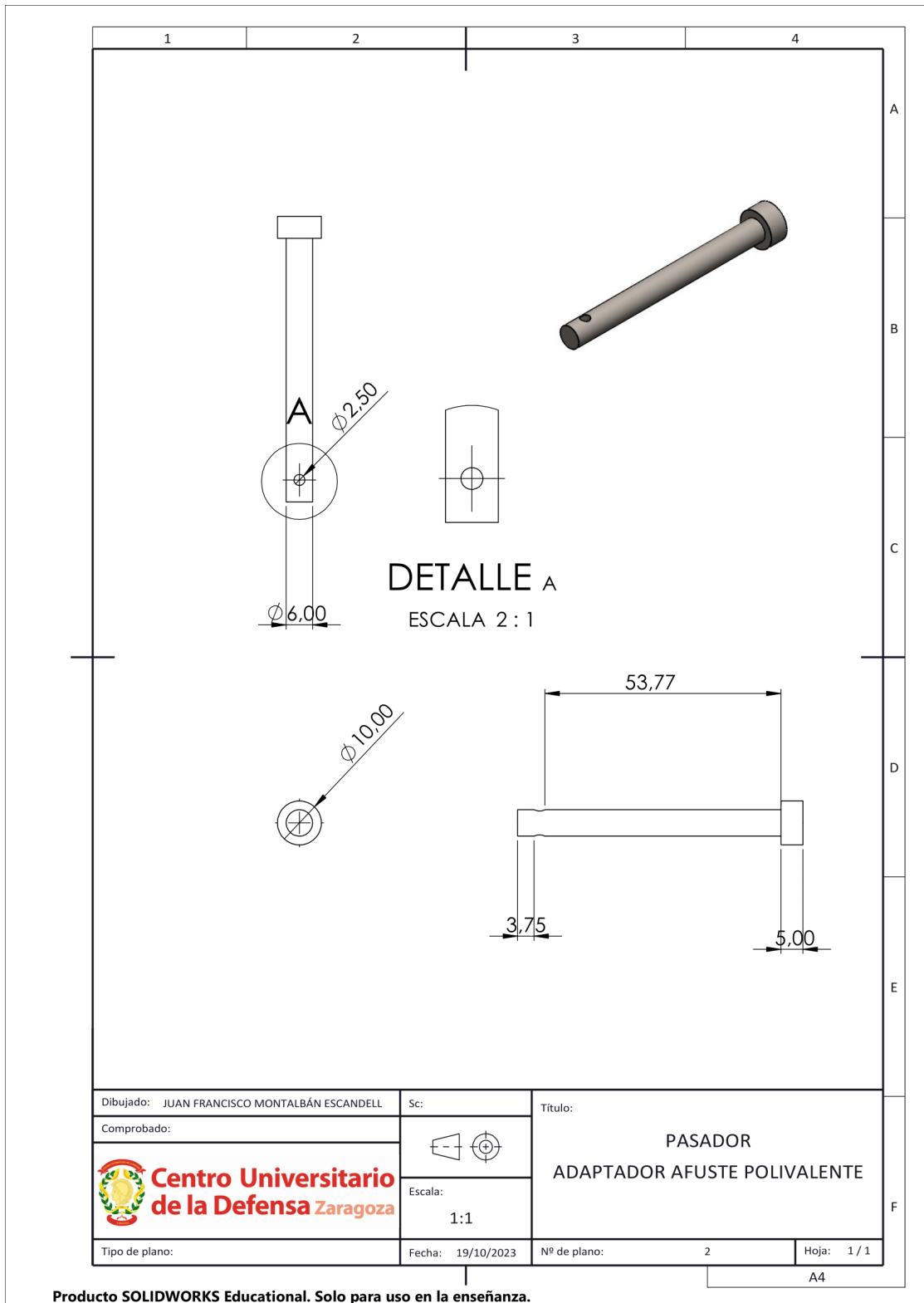




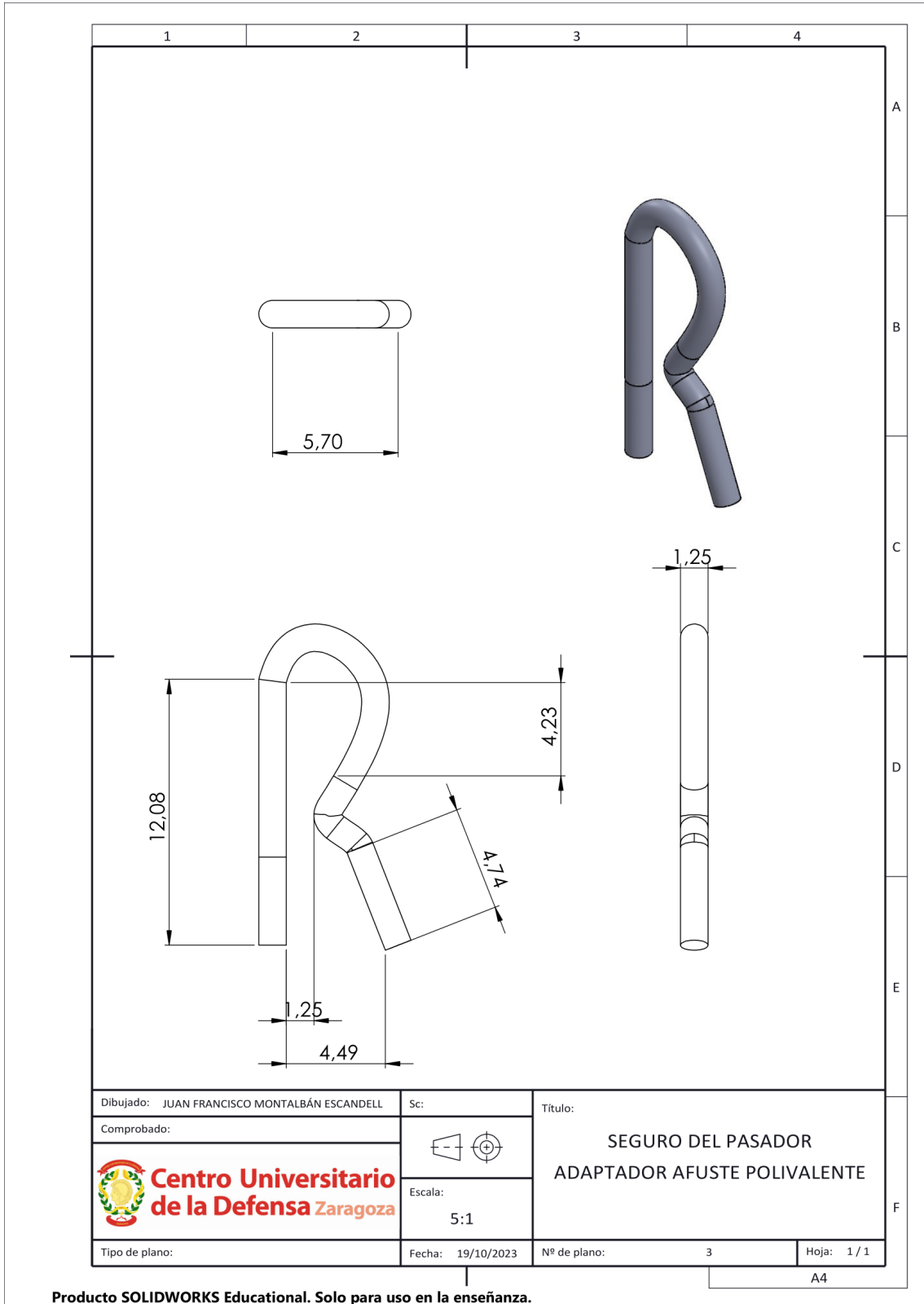




Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



ANEXO 9

IMÁGENES DE LOS TELÉMETROS ESTUDIADOS



LEUPOLD RX-1300I





BUSHNELL NITRO 1800





KAHLES HELIA RF-M

