



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

## ACTUALIZACIÓN DEL EQUIPO DE DOTACIÓN INDIVIDUAL DE INFANTERÍA

Autor

D.A.C. Dña. Elena Jiménez Luengo

Director/es

Director académico: Dra. Dña. Silvia M. Vicente Oliva

Director militar: Cap. D. Jesús Montero Crespillo

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2021





## Agradecimientos

Aunque la realización de este Trabajo de Fin de Grado (TFG) haya sido de meses, representa el esfuerzo de años, durante los cuales muchas personas se han visto involucradas y sin las que esto no hubiera sido posible.

En el ámbito militar quiero agradecer a mi tutor, el Capitán D. Jesús Montero, a sus tenientes y sargentos, y en definitiva a la 8ª compañía del Regimiento Saboya nº6, todo el cariño que ponen en su trabajo y, sobre todo, el haberme tratado como una más durante mis prácticas. Gracias por mostrarme la luz del final del túnel.

Por otra parte, me gustaría agradecer a mi tutora Dª. Silvia M. Vicente, a los profesores D. Andrés M. Cosialls y D. Miguel Ángel García, su colaboración para que este trabajo pudiera seguir adelante, gracias por vuestra vocación por la enseñanza.

A mis padres y a mi hermana, familia y amigos, a los cuales he tenido demasiado lejos y descuidados durante estos últimos años, gracias por apoyarme y guardarme un sitio al que volver y al que llamar hogar.

A Pedro J., por todo lo que hemos pasado y lo que nos queda, por tu infinita paciencia y optimismo, por cuidarme tanto y tan bien, por nosotros.



## RESUMEN

Las Fuerzas Armadas españolas (FAS) precisan de una urgente actualización, ya que poseen un equipo individual del combatiente que no cubre las necesidades exigidas por sus militares y no se llega a adaptar a los escenarios bélicos internacionales donde las tropas españolas se encuentran presentes. Esto es debido a que el tipo de conflictos ha ido evolucionado en estos últimos años y para que el ejército de España pueda obtener una ventaja sobre el enemigo hay que ser pioneros en innovaciones tecnológicas y materiales, teniendo el deber de actualizarse y adaptarse constantemente.

Este proyecto surge de la búsqueda de soluciones ante los requerimientos y necesidades que los militares detectan en su equipo, ya que es clave para cumplir con el propósito de la misión el poder contar con un material adecuado, algo que parece ser que no está ocurriendo hoy en día. Además, anadir que este trabajo se centra en los usuarios pertenecientes al arma de infantería debido a la mayor frecuencia, uso y dependencia que tienen del equipo individual de dotación.

Se quiere dotar al equipo de dotación individual de infantería de una serie de actualizaciones y mejoras, tanto tecnológicas como físicas, tal y como se está investigando en el proyecto Fuerza 35, entre otros. Con este fin, se han seleccionado elementos específicos del equipo, como son la mochila ligera, el chaleco anti-fragmentos y el armamento. Es esperable que con estas actualizaciones, la operatividad y la moral de nuestros combatientes evolucionará de manera considerablemente positiva.

Para la realización de este proyecto se han empleado herramientas y métodos de investigación cualitativos y cuantitativos tales como la realización de encuestas a usuarios pertenecientes al Regimiento Saboya nº 6 y la búsqueda y consulta de patentes de elementos que podrían cubrir las necesidades expuestas. La estructura del trabajo se compone de la exposición de los objetivos, un estudio del arte donde se muestran antecedentes y marco teórico, la metodología empleada en el desarrollo del cumplimiento de los propósitos anteriormente mencionados, el análisis y resultados del conjunto de la investigación realizada, y la conclusión del trabajo.

Como resultado del proyecto se han detectado partes del equipo susceptibles de mejora así como posibles añadidos que serán de gran ayuda para la labor y misiones a las que se deben enfrentar los militares. Para cumplir con los objetivos que se presentaron al comienzo de este proyecto fue imprescindible obtener toda la información pertinente de los usuarios que han colaborado para este trabajo. Sobre esta base, se han detectado, investigado y analizado las reformas a aplicar. Además, se ha realizado una comparativa para adaptarlas lo mejor posible al equipo, así como hallar la solución óptima a las peticiones de los militares, aprovechando la tecnología y la innovación actual, tanto en el ámbito civil como en el militar, produciéndose así un prototipo teórico con la ambición de que se pueda conseguir que este trabajo se materialice en el futuro.

## PALABRAS CLAVE

Mochila, chaleco anti-fragmentos, actualización, infantería, equipo individual de dotación



## ABSTRACT

The individual equipment currently used by the Spanish Armed Forces (FAS) is in an urgent need of updating. This is due to the fact that it does not meet the needs demanded by the military and is not adapted to the international conflict scenarios in which the Spanish troops are present. Since the type of conflicts has evolved in recent years, in order for the Spanish army to gain an advantage over the enemy, it is necessary to invest in technological and material innovations, being imperative to constantly update and adapt its equipment.

This project arises from the demand of solutions to the requirements and needs that the military detect in their equipment, as having access to adequate material is key to fulfilling the purpose of the mission. This is something that does not seem to be happening at the present. Furthermore, it should be added that this work focuses on users belonging to the infantry weapon due to the greater frequency, use and dependence that they have on their individual equipment.

The aim is to provide the individual infantry equipment with a series of upgrades and improvements, both technological and physical, as is being investigated in the "Fuerza 35" project, among others. For this purpose, specific elements of the equipment have been selected, such as the light backpack, the bulletproof vest and the armament. As a consequence, these upgrades will result in an improvement of the operability and morale of our combatants.

Qualitative and quantitative research tools and methods have been applied to carry out this project such as conducting surveys of users belonging to the regiment Saboya nº 6, and the search and consultation of patents for elements that could cover the needs outlined above. The structure of the work comprises the objectives, a study of the art, where the background and theoretical framework are explained, the methodology used in the development of the fulfilment of the aforementioned purposes, the analysis and results of the research carried out, and the conclusion of the work.

As a result of the project, parts of the individual equipment that could be changed and new possible additions have been detected. These findings would be of great help for the work and missions that the military must face. In order to fulfil the objectives outlined at the beginning of this project, it was essential to obtain all the relevant information from the participants in this work. On this basis, the reforms to be applied were detected, researched and analysed. In addition, a comparison has been made to adapt these findings as best as possible to the equipment, as well as to find the optimum solution to the requests of the military, taking advantage of the technology and innovation that exists today, both in the civil and military fields, thus producing a theoretical prototype with the ambition that this work can materialise in the future.

## KEYWORDS

Backpack, bulletproof vest, upgrade, infantry, individual equipment



# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b><i>Agradecimientos</i></b> .....	<b><i>I</i></b>
<b><i>RESUMEN</i></b> .....	<b><i>II</i></b>
<b><i>PALABRAS CLAVE</i></b> .....	<b><i>II</i></b>
<b><i>ABSTRACT</i></b> .....	<b><i>III</i></b>
<b><i>KEYWORDS</i></b> .....	<b><i>III</i></b>
<b><i>ÍNDICE DE CONTENIDO</i></b> .....	<b><i>IV</i></b>
<b><i>ÍNDICE DE FIGURAS</i></b> .....	<b><i>VI</i></b>
<b><i>ÍNDICE DE TABLAS</i></b> .....	<b><i>VII</i></b>
<b><i>ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS</i></b> .....	<b><i>VIII</i></b>
<b><i>1. INTRODUCCIÓN</i></b> .....	<b><i>1</i></b>
Objeto de estudio y ámbito de aplicación .....	<b><i>1</i></b>
<b><i>2. OBJETIVOS Y ALCANCE</i></b> .....	<b><i>2</i></b>
<b><i>3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO (ESTADO DEL ARTE)</i></b> .....	<b><i>3</i></b>
3.1 Mochila ligera de combate .....	<b><i>3</i></b>
3.2 Chaleco de protección balística .....	<b><i>3</i></b>
3.3 Fusil HK G-36 .....	<b><i>4</i></b>
3.4 Proyectos de actualización .....	<b><i>4</i></b>
<b><i>4. METODOLOGÍA</i></b> .....	<b><i>5</i></b>
4.1 Recopilación de información .....	<b><i>5</i></b>
4.2 Análisis cualitativo mediante entrevista a usuarios, grupos de discusión y observación además de revisión documental.....	<b><i>6</i></b>
4.3 Análisis cuantitativo mediante encuestas.....	<b><i>7</i></b>
4.4 Búsqueda y selección de información.....	<b><i>8</i></b>
4.5 Análisis de riesgos .....	<b><i>8</i></b>



<b>5. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS.....</b>	<b>10</b>
5.1 MOCHILA .....	14
5.2 CHALECO .....	21
5.3 ARMAMENTO Y SUS COMPLEMENTOS .....	23
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>26</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>28</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>30</b>
ANEXO I.....	31
ANEXO II.....	32
ANEXO III.....	33
ANEXO IV .....	35
ANEXO V .....	36



# ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Vista delantera y trasera de la mochila ligera de combate (Ministerio de Defensa, 2015) .....	3
Ilustración 2. Fusil HK G-36 (Periódico La Rioja, 2015).....	4
Ilustración 3. Esquema del proyecto según fases, objetivos y fuentes de información (Elaboración propia)5	
Ilustración 4. Diagrama de cola de pescado donde se exponen las causas del descontento en el equipo por parte de los usuarios y una estimación en porcentaje de la relevancia de cada una (Elaboración propia).....	10
Ilustración 5. Gráfico por porcentajes de la escala a la que pertenecen los encuestados (Elaboración propia).....	10
Ilustración 6. Gráfico de grupos de edad a los que pertenecen los encuestados (Elaboración propia) .....	11
Ilustración 7. Gráfico por porcentajes de los años de experiencia que tienen los encuestados (Elaboración propia).....	11
Ilustración 8. Gráfico de satisfacción de los usuarios con la mochila ligera de combate (Elaboración propia).....	12
Ilustración 9. Gráfico de satisfacción de los usuarios con el chaleco anti-fragmentos (Elaboración propia)13	
Ilustración 10. Esquema del funcionamiento HoverGlide y nombres de los componentes de la mochila (HoverGlide, 2018) .....	14
Ilustración 11. Modelos de la mochila con sistema HoverGlide en venta (Indiegogo, 2021).....	15
Ilustración 12. Imagen de la tabla que indica la potencia eléctrica media producida por las diferentes actividades realizadas con la mochila puesta (HoverGlide, 2018).....	15
Ilustración 13. Esquema del proceso de la mochila con diferentes generadores hasta el uso de la energía generada (Elaboración propia) .....	16
Ilustración 14. Batería externa LiPo con 10000 mAh (LiPo Battery, 2021).....	17
Ilustración 15. Ejemplo de procedimiento del sistema de la mochila con datos numéricos desde la generación de energía hasta que llega al aparato electrónico (Elaboración propia).....	18
Ilustración 16. Bolsa de hidratación de 3L (Amazon, 2021).....	19
Ilustración 17. Chaleco anti-fragmentos con sistema Gen III (FirstSpear, 2018).....	22
Ilustración 18. Sistema liberación Tubes (FirstSpear, 2018) .....	22
Ilustración 19. Imagen de los escenarios de actuación de Fuerza 35 (ET, 2019) .....	23
Ilustración 20. Imagen del fusil HK 416 A5 11" (HK, 2021).....	24



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ficha técnica de la encuesta realizada (Elaboración propia).....	8
Tabla 2. Tabla de modelos de mochilas con paneles solares en venta en Amazon, las imágenes y la potencia generada (Elaboración propia con imágenes de Amazon) .....	16
Tabla 3. Tabla comparativa de algunos materiales con los que puede estar hecha una batería externa donde se subrayan en amarillo los valores óptimos para el uso requerido (Elaboración propia).....	17
Tabla 4. Tabla comparativa entre el uso de las placas Peltier o resistencias mediante el efecto Joule (Elaboración propia) .....	19
Tabla 5. Tabla de la matriz de riesgos de la mochila ligera previamente a las posibles soluciones para mitigarlos o eliminarlos (Elaboración propia) .....	20
Tabla 6. Tabla de los riesgos críticos de la actualización planteada para la mochila ligera junto con las posibles medidas a tomar (Elaboración propia) .....	20
Tabla 7. Tabla comparativa de materiales de los chalecos descubiertos en Rusia y en Estados Unidos (EE. UU.) (Elaboración propia).....	21
Tabla 8. Matriz de riesgos de la actualización del chaleco anti-fragmentos previamente a las medidas a tomar (Elaboración propia) .....	22
Tabla 9. Tabla de los riesgos del chaleco anti-fragmentos con las medidas a tomar para eliminarlos o mitigarlos (Elaboración propia).....	23
Tabla 10. Tabla comparativa entre el fusil HK G-36 y el fusil HK 416 A5 11" (Elaboración propia) .....	24
Tabla 11. Tabla de tres modelos de culatín para el fusil HK G-36 (Elaboración propia con imágenes de USP suministros) .....	25
Tabla 12. Análisis de riesgos de la actualización de la mochila ligera de combate (Elaboración propia) ...	33
Tabla 13. Análisis de riesgos de la actualización del chaleco anti-fragmentos (Elaboración propia).....	35



## ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AEBOE	Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado
DECET	Departamento de Comunicación del Ejército de Tierra
EE. UU.	Estados Unidos
ET	Ejército de Tierra
FAS	Fuerzas Armadas
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
HK	Heckler & Koch
MINISDEF	Ministerio de Defensa
PPT	Pliego de Prescripciones Técnicas
TFG	Trabajo de Fin de Grado



# 1. INTRODUCCIÓN

## Objeto de estudio y ámbito de aplicación

Este TFG surge como un intento de subsanar el descontento generalizado con el equipo individual de dotación con el que trabajan los militares del Ejército de Tierra hoy en día, más específicamente los del arma de Infantería debido al uso más prolongado y activo que realizan.

Este estudio tiene como finalidad lograr conocer las servidumbres del equipo de dotación individual de infantería para detectar los elementos y cambios que lo harían más útil y adecuado para las necesidades que tiene el ejército español actualmente.

La búsqueda de la mejora, la innovación y principalmente la satisfacción de los usuarios ha sido la base de este proyecto, el cual sirve como orientación para que en un futuro se pueda materializar su contenido en beneficio de las Fuerzas Armadas.

El análisis para la actualización de la mochila ligera de combate y el chaleco anti-fragmentos ocuparán la mayor parte de este trabajo, seguido de una investigación sobre posibles mejoras del armamento que utilizan actualmente los militares españoles.

La organización de este trabajo se ha compuesto por una primera parte donde se estudian los objetivos y el alcance del proyecto, sus antecedentes y el marco teórico. Posteriormente, se dedica una gran parte a especificar la metodología que se ha empleado a lo largo del proyecto, seguido de un análisis de la información obtenida y una exposición de los resultados. Finalmente, el proyecto se cierra con una conclusión del trabajo y posibles líneas futuras.



## 2. OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo general de este trabajo es detectar los problemas que presenta el equipo de dotación individual de infantería así como proponer soluciones innovadoras.

Los objetivos específicos son:

- Conocer la opinión y las necesidades de los usuarios del equipo. Este objetivo es fundamental dado que son los propios usuarios quienes serán los consumidores finales de los elementos que se crearían como resultado de este proyecto.
- Buscar y analizar la información encontrada. Tras detectar esas necesidades a las que hacer frente para la mejora del equipo, se procederá a investigar todo lo posible sobre ellas y sus posibles soluciones.
- Comparar los elementos y funciones elegidas. Una vez se obtengan varias posibles soluciones, se realizará una comparación y estudio más profundo de estas.
- Proponer posibles soluciones y seleccionar la más adecuada. Una vez finalice el objetivo anterior, se seleccionará la opción de mejora que se considere más correcta para cada necesidad en particular.

El alcance de este proyecto es investigar sobre elementos, funciones y nuevas tecnologías que puedan cubrir las necesidades expuestas por los usuarios del equipo de dotación individual que tiene actualmente el Ejército de Tierra. El estudio se ha centrado más concretamente en los usuarios del arma de Infantería, quienes hacen un uso más frecuente de él. El siguiente paso de este estudio sería la creación de un prototipo donde se incluyan todas estas nuevas capacidades y cambios realizados en el equipo, además de un estudio de coste y de adquisiciones. Todos estos elementos no se encontrarán en este TFG al no estar incluidos en el alcance.



## 3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO (ESTADO DEL ARTE)

### 3.1 Mochila ligera de combate

La mochila utilizada por las Unidades y Academias militares españolas en la actualidad (ver Ilustración 1) fue aprobada hace aproximadamente seis años y es la misma que se utiliza en las misiones internacionales.

Según el Pliego de Prescripciones Técnicas de la mochila ligera de combate (MINISDEF) de 2015, se trata de una mochila que consta de un compartimento principal con varios bolsillos internos y un atalaje para facilitar el transporte. Posee una bolsa impermeable en la zona inferior, un sistema de suelta rápida y dos bolsillos exteriores desmontables. Además, está recubierta en su mayoría por un sistema molle que permite añadir elementos adicionales.

Para ajustar la mochila al usuario posee dos tirantes acolchados a una distancia prefijada y un ajuste en el pecho. También posee otro ajuste inferior para las caderas. Ambos ajustes cuentan con un sistema enchufable tipo "clic". Por último, la mochila posee un agujero en la parte superior para poder sacar el tubo de la bolsa de hidratación en caso de introducirla en su interior.



Ilustración 1. Vista delantera y trasera de la mochila ligera de combate (Ministerio de Defensa, 2015)

### 3.2 Chaleco de protección balística

Según el PPT del chaleco de protección balística (MINISDEF) de 2016, el chaleco es un artículo de protección anti-fragmentos y balística individual, formado por un conjunto de paneles flexibles balísticos y funda exterior. Proporciona protección en pecho, espalda, hombros, cuello, antebrazos y pelvis contra munición convencional de armas ligeras y fragmentos. Posee un sistema de cintas/fajas para ajustar a la cintura. Las tallas varían de la S a la XXL con un peso desde 5,35 kg hasta 6,15 kg respectivamente.



### 3.3 Fusil HK G-36

El fusil que se utiliza en el Ejército de Tierra es el Heckler & Koch (HK) G36 (ver Ilustración 2). De origen alemán, se alimenta por cargadores de una capacidad de treinta cartuchos cada uno. Esta arma pesa unos 3,63 kilos y tiene un calibre de 5,56 milímetros. Posee una cadencia de fuego de 750 disparos por minuto y una longitud de un metro aproximadamente según los datos técnicos actualizados (Heckler & Koch) de 2021.



*Ilustración 2. Fusil HK G-36 (Periódico La Rioja, 2015).*

### 3.4 Proyectos de actualización

La "Fuerza 35" es un proyecto a largo plazo de reforma y mejora del ejército español que pretende conseguir unos objetivos determinados de manera progresiva en cuestiones de orgánica, tecnología, vehículos y más factores militares para lograr así tener un ejército moderno y actualizado en el año 2035 según el documento Fuerza 35 (ET) de 2019. Dentro de este proyecto hay un apartado llamado Sistema del Combatiente a Pie relativo al equipo individual del combatiente. En este apartado no se definen claramente las características técnicas de todos los elementos que se reformarán, pero sí proporciona una idea clara de la necesidad de innovación y cambio que tienen los actuales elementos del equipo.

Debido al cambio que ha experimentado el combate, tanto en la forma de combatir, como en los escenarios, herramientas y tecnologías, resulta imprescindible llevar a cabo las actualizaciones pertinentes para solventar las carencias que aparecen en el equipo que está en dotación.



## 4. METODOLOGÍA

Una imagen de la metodología empleada en este trabajo puede verse esquematizada en la Ilustración 3, donde según las fases, las cuales corresponden cada una a un objetivo, se pueden observar las fuentes de información o métodos de investigación empleados.

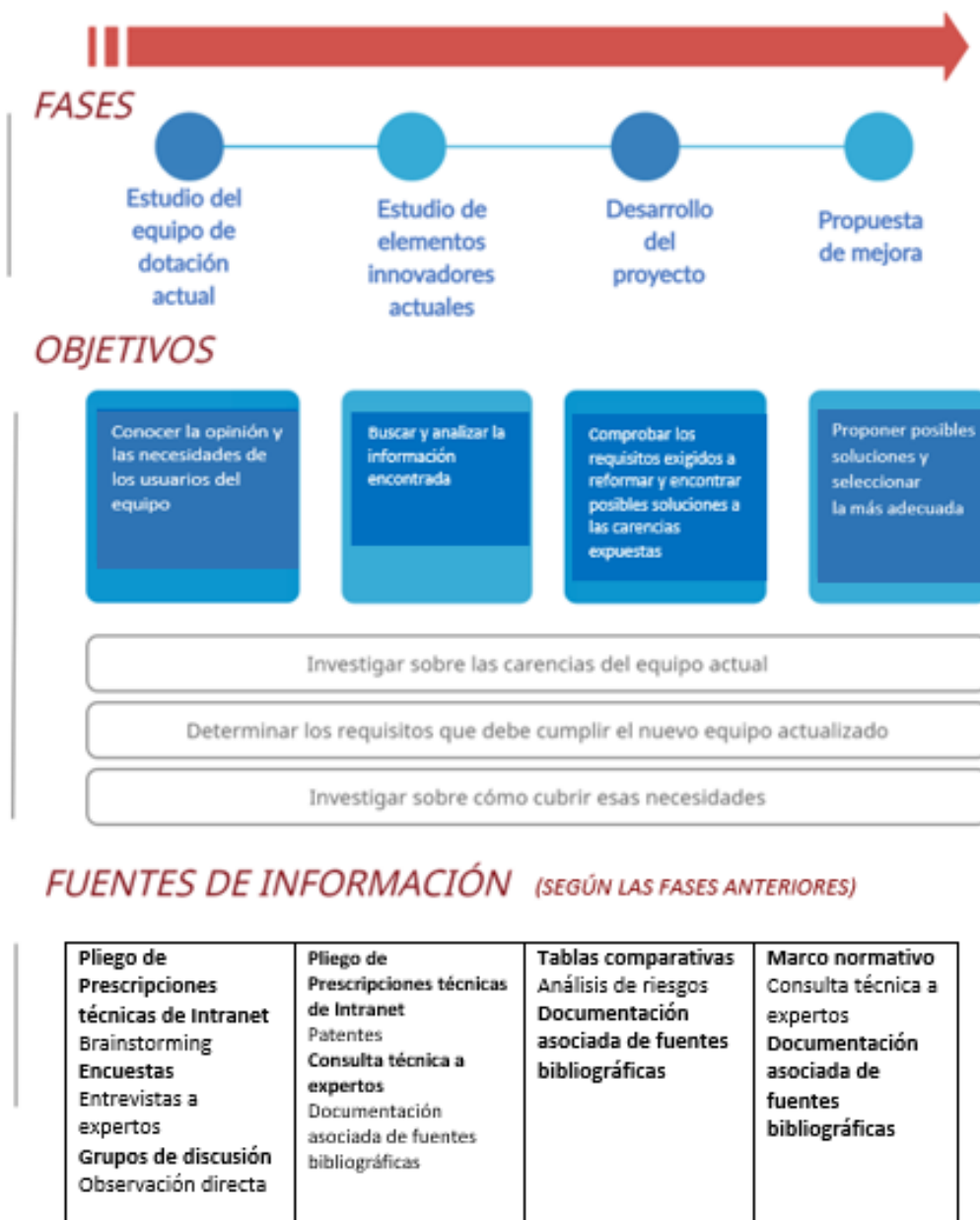


Ilustración 3. Esquema del proyecto según fases, objetivos y fuentes de información (Elaboración propia)

### 4.1 Recopilación de información

El primer paso fue la investigación mediante la revisión documental, fuente de información secundaria, comprobando los materiales y equipo actual y buscando sus características y PPT en la red interna del Ejército, Intranet. También se realizaron búsquedas de novedades en cuanto a equipamiento en esta misma red y se comenzó a reunir la información necesaria para estructurar los datos recibidos y continuar con el



proceso de búsqueda de información. Las palabras clave (individuales y en cadenas combinadas) utilizadas fueron en español: mochila, equipamiento, chaleco, armamento, fusil, combate, Infantería; y en inglés: backpack, equipment, bulletproof vest, armament, arms, rifle, combat, infantry.

## 4.2 Análisis cualitativo mediante entrevista a usuarios, grupos de discusión y observación además de revisión documental.

Para obtener datos en profundidad y de alta calidad se han empleado diferentes métodos de investigación cualitativos de campo según el artículo de Investigación de campo (Voxco) de 2021.

Una tarea fundamental era la de formar un grupo de discusión en el Regimiento Saboya nº 6, lugar donde se realizó la mayor parte del estudio durante un periodo de dos meses aproximadamente. La muestra consistió en un grupo de discusión constituido para debatir y aportar ideas sobre el tema a tratar, el equipo de dotación. En las reuniones se encontraban usuarios militares de diferentes escalas y empleos, 2 soldados, 8 suboficiales y 2 oficiales. A pesar de encontrarse en un sistema jerárquico, todas las reuniones se caracterizaron por la libertad de opinión y se desarrollaron en un ambiente relajado y distendido en el que se ofreció café y snacks.

Este método de información primaria tiene las ventajas de generar un gran número de ideas, identificar oportunidades de mejora y acentuar la creatividad según los documentos de Brainstorming (ESAN) de 2020. Con este grupo de discusión se realizó una lluvia de ideas inicial guiada de forma oral (guion disponible en el [Anexo I](#)), siguiendo un orden de turno de palabra y cuya duración aproximada fue de 20 minutos. En ella, se barajaron faltas y requerimientos del equipo y se contemplaron riesgos genéricos.

Por otro lado, otro método de investigación cualitativa (Flick, 2007) empleado durante el estudio fue la observación colectiva de campo, no intrusiva y directa (Cajal, 2020) de usuarios que utilizaban este equipo. En la observación directa se estudia a una persona o grupo de personas en una situación determinada que se quiere investigar, en este caso, se estaba en contacto con usuarios, militares, dándole un uso real al equipo individual de dotación.

Posteriormente, se realizó una entrevista cualitativa semiestructurada, que, teniendo un orden lógico en las cuestiones, permitía cierta flexibilidad a la hora de introducir temas o ramificar algún punto de estos. La entrevista (Díaz-Bravo et al., 2013) es una manera de conseguir información de carácter sustancial a través de una conversación orientada al tema de estudio que se contempla en el proyecto. En concreto, se trata de una entrevista a expertos de carácter individual, donde se han tomado como entrevistados a dos usuarios con una gran experiencia en este ámbito (guión de la entrevista disponible en el [Anexo II](#)).

Los dos usuarios entrevistados pertenecen al Ejército de Tierra en estado activo, un oficial y un suboficial, ambos del arma de Infantería, con 15 y 8 años de experiencia respectivamente.

A la hora de producirse estas entrevistas, solo se encontraban el entrevistador y entrevistado en la sala, en un ambiente tranquilo y de confianza. En primer lugar, se realizó una breve introducción y presentación informal del tema a tratar, la actualización del equipo de dotación individual de Infantería, a lo que posteriormente se añadió una orientación sobre las posibles partes del equipo que se podrían mejorar ya planteadas anteriormente en la lluvia de ideas. Además, se trataron algunos posibles riesgos genéricos que podrían derivar del cambio del equipo individual de dotación y que se habían mencionado en el grupo de discusión.

Tras terminar estos tres puntos, se pidió al entrevistado su opinión, forjada a través de la experiencia tanto del día a día como en las veces que había sido desplegado en sus misiones internacionales, para así conocer su valoración respecto al equipo actual de dotación. El criterio del entrevistado se trata de un factor positivo a tener en cuenta a la hora de verificar de primera mano si el equipo de dotación individual con el



que cuenta el Ejército español es realmente funcional, pudiendo realizar una comparación con los equipos pertenecientes a diferentes ejércitos miembros de la Organización del Tratado del Atlántico Norte .

Este tipo de comparativas visuales y físicas también han ayudado en la fluidez a la hora de realizar las entrevistas para así exponer las ideas de mejora en el equipo de dotación de las Fuerzas Armadas con la desventaja de que esta misma influencia puede haber limitado la imaginación y provocado la ausencia de nuevas propuestas.

Por último, se pidieron ideas de actualización, anécdotas personales, y peticiones particularmente necesarias que cubrir en un futuro próximo.

### 4.3 Análisis cuantitativo mediante encuestas

Tras realizar este estudio cualitativo, se realizó una encuesta (Guardiola, 2014) de investigación cuantitativa-cualitativa. Como muestra se utilizó a una sección de Infantería, un grupo de 31 usuarios.

Esta encuesta tenía como objetivo conseguir una valoración numérica, en su mayoría, de la satisfacción que tenían con determinadas partes de su equipo. El medio de difusión fue a través de redes sociales en grupos privados de usuarios y se realizaron a través de dispositivos electrónicos, móvil, Tablet y ordenadores.

La encuesta estaba estructurada en un apartado introductorio explicativo sobre la finalidad de la investigación, los ámbitos de estudio, el uso de datos proporcionados, cómo se debían responder las preguntas y el significado de la manera de puntuar según el grado de satisfacción. Se empleó la escala de Likert (Maldonado, 2012), del 1 al 5. Este método es una calificación que sigue niveles graduados progresivos para así permitir a los usuarios valorar sus respuestas de manera más precisa, siendo 1 la expresión de mínima satisfacción y 5 la máxima.

Tras esto, se añadieron datos personales de contacto por si los encuestados querían solicitar más información o añadir alguna aportación al tema de estudio.

Al tratarse de una entrevista anónima, el encuestado era preguntado por la escala a la que pertenecía dentro del Ejército de Tierra (tropa/suboficiales/oficiales), su edad (<30 años, 30-45 años, >45 años), así como el tiempo que llevaba en el ejército (tiempo siendo usuario) y el número de misiones en el que había participado.

Asimismo, la entrevista se dividió en cinco apartados principales (ver guion completo en el [Anexo V](#)). El orden de realización era responder cuestiones enfocadas a la actualidad y luego a otras referidas a características deseables, tanto en el chaleco como en la mochila. En el tercer apartado se realizaron preguntas específicas sobre la satisfacción con el armamento y relacionadas con este.

Después, se realizaron más valoraciones, en este caso genéricas, sobre el equipo individual para finalizar con un apartado de observaciones, donde los usuarios podían expresar de manera libre en una pregunta abierta, denominada "conclusiones propias", sus aportaciones y opiniones. En definitiva, un apartado de investigación cualitativo.

Resulta necesario destacar que, para una mayor coherencia de los resultados, los participantes en el grupo de discusión que colaboró en la lluvia de ideas volvieron a ser convocados para plantear las preguntas de la encuesta durante la realización de las capacidades a mejorar del equipo y para llevar a cabo un análisis preliminar de los posibles riesgos que se podían presentar a lo largo del proceso. En total, el personal de usuarios se reunió en cinco ocasiones, no excediendo la duración de las reuniones de 25 minutos.

Los encuestados pudieron acceder durante una semana a la encuesta. Finalizado este periodo, se procedió a recopilar y analizar los datos obtenidos para traducirlos en necesidades y mejoras a realizar en



el equipo individual de dotación. En la tabla 1, se puede consultar la ficha técnica del estudio de campo realizado.

Tabla 1. Ficha técnica de la encuesta realizada (Elaboración propia)

Ámbito	Nacional
Universo	Militares de ambos sexos mayores de 18 años
Tamaño de la muestra	31 usuarios
Puntos de muestreo	Localizado en una Unidad militar
Tipo de cuestionario	Cuantitativa en su mayoría y cualitativa
Medio	Realizada con Google formularios con acceso a través de dispositivos electrónicos.
Nivel de confianza	Realización del factor alfa de Cronbach con resultado positivo
Tipo de muestreo	Sistemático
Tipo de diseño	Encuesta dividida en cinco apartados, con preguntas en subapartados
Error de estimación	Para un nivel de confianza del 95%, el error es del 13,3%
Fecha de realización	Del 3 de septiembre al 2 de noviembre de 2021

## 4.4 Búsqueda y selección de información

Con base en la información recopilada, se realizó una búsqueda de invenciones registradas como patentes a través de buscadores conocidos véase patentes Google y WIPO patentes. Para los diferentes apartados se buscó un grupo de palabras clave en español y en inglés determinado.

Por ejemplo, en el apartado de la mochila, en estos buscadores, las palabras clave fueron: mochila, ligereza, generador, placas, materiales, backpack y lightness.

Al depurar toda la información encontrada, se propusieron las opciones más adecuadas para cubrir las necesidades identificadas por los usuarios y así estudiarlas en profundidad, teniendo en cuenta características técnicas como pesos, dimensiones, autonomía, etc. Para las elecciones de mejora se han realizado tablas comparativas y un recurso muy importante en la investigación, las consultas técnicas a expertos de la materia sobre las propuestas (Ortiz y Refugio, 2018).

## 4.5 Análisis de riesgos

Un análisis de riesgos es una manera de localizar los factores que afectan negativamente a los elementos de un proyecto (Nicolás y Madrid, 2019). Se exponen y analizan los riesgos de un objeto a tratar y se seleccionan los más relevantes. Posteriormente, se señala su categoría, su posible causa de este riesgo y sus efectos, ordenándolos de forma cuantitativa según su probabilidad (1,2,3) y su impacto (high,



medium, low). Tras esto, se añaden las medidas y alternativas, para así reducir la probabilidad y/o impacto y volver a recalificar los riesgos.

Con los posibles cambios y adquisiciones mencionados anteriormente, se realizó un análisis de riesgos donde participó un nuevo grupo de discusión en Zaragoza constituido por diez usuarios con una experiencia en el uso del equipo de dotación que rondaba los 6 años.

En primer lugar, se les expuso el tema del TFG y se les enseñó el resultado de las encuestas, aclarándoles las actualizaciones que se les pretendía realizar a la mochila y al chaleco en dotación del Ejército de Tierra. En esta reunión, de media hora de duración aproximadamente, se propusieron una serie de posibles riesgos mediante el método cualitativo de lluvia de ideas para averiguar los riesgos de los apartados de mochila y chaleco.

Al conjunto de estos se realizó una selección de los más importantes con el criterio de peligrosidad y funcionalidad, para posteriormente, realizar una valoración y jerarquización de estos riesgos según su probabilidad y su impacto.



## 5. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

Tras recopilar los datos obtenidos, se han interpretado, estudiado y organizado por orden de prioridad y preferencias de los usuarios. En la Ilustración 4 se puede observar un diagrama donde se analiza la insatisfacción de los usuarios ante los diferentes elementos dentro del equipo de dotación individual.

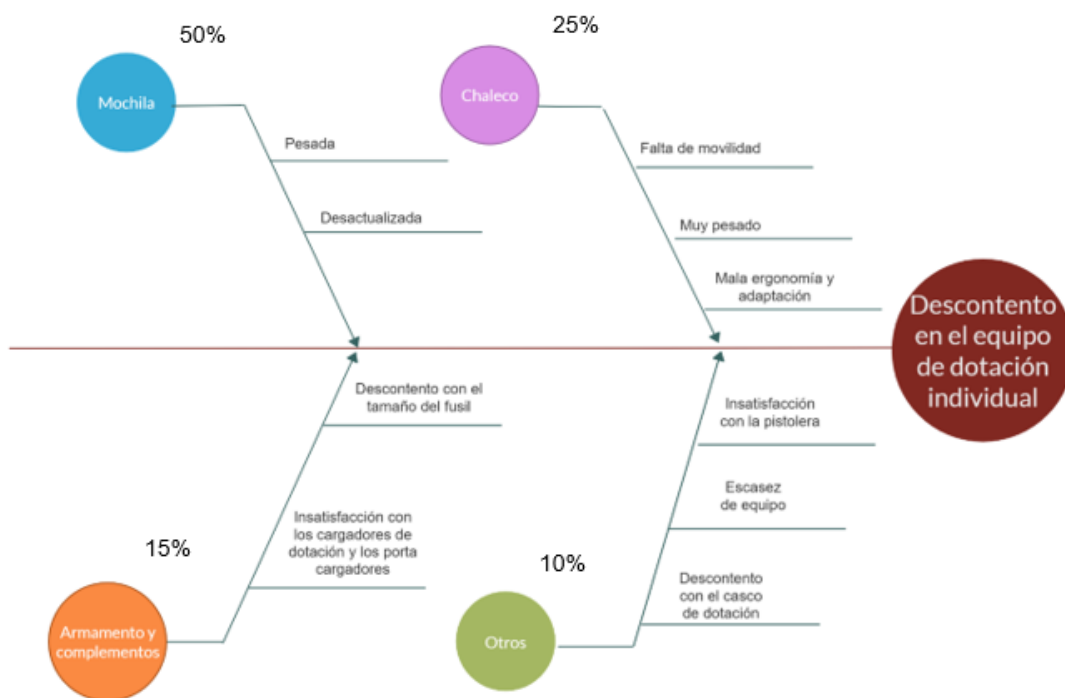


Ilustración 4. Diagrama de cola de pescado donde se exponen las causas del descontento en el equipo por parte de los usuarios y una estimación en porcentaje de la relevancia de cada una (Elaboración propia)

Tras organizar los resultados de las encuestas, se puede afirmar que la mayoría de los usuarios pertenecen a la escala de tropa con un 80,6%, mientras que el porcentaje de suboficiales y oficiales se concentraba en 9,7% respectivamente (ver Ilustración 5).

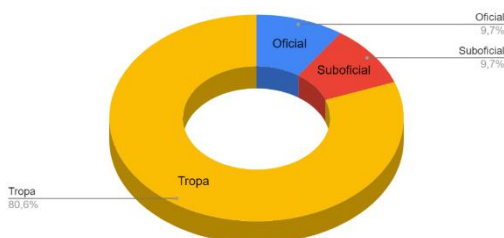


Ilustración 5. Gráfico por porcentajes de la escala a la que pertenecen los encuestados (Elaboración propia)



La edad de los usuarios encuestados, en su mayoría, era inferior a los 30 años (71%), mientras que el resto se encontraban comprendidos entre los 30 y los 45 años (ver Ilustración 6).

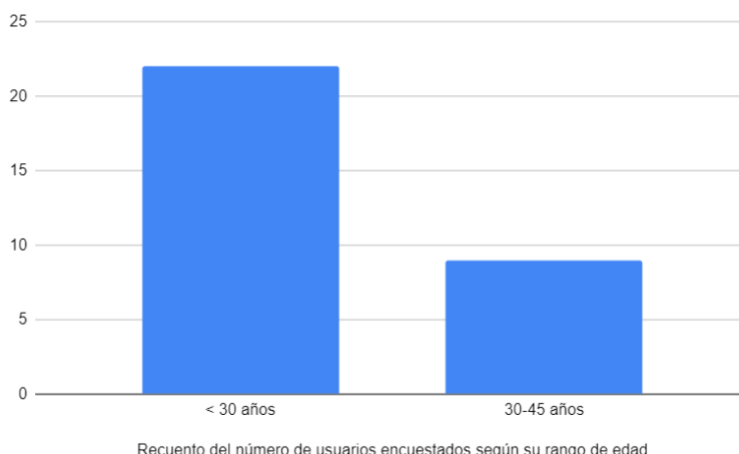


Ilustración 6. Gráfico de grupos de edad a los que pertenecen los encuestados (Elaboración propia)

Por otro lado, la experiencia en el Ejército de Tierra que poseían era de más de 7 años en el 29,0% de los encuestados, entre 4-7 años en el 25,8%, entre 2-4 años el 25,8%, entre 1-2 años el 16,1% y solo un 3,2% tenía una experiencia inferior a un año (ver Ilustración 7).



Ilustración 7. Gráfico por porcentajes de los años de experiencia que tienen los encuestados (Elaboración propia)

Respecto al número de misiones en el que habían participado los usuarios, lo generalizado ha sido ninguna, con un 64,5% de usuarios, una misión en el caso del 22,6% de los participantes y dos misiones para el resto. Cabe señalar que, aunque la mayoría de los usuarios no han estado en terreno de operaciones, han trabajado o trabajan con la mayoría del equipo de dotación individual otorgado por las unidades.



Respecto a la mochila, hay un alto porcentaje que considera que los materiales con los que está fabricada son los adecuados y que es bastante cómoda<sup>1</sup>.

La ligereza de la mochila es un factor a tener en cuenta para la Infantería principalmente. Esta cualidad es algo que en la encuesta y en los grupos de discusión ha suscitado un debate, y es que, ¿cómo se va a conseguir que pese menos la mochila ligera de combate sin sacar el material que debe contener por normativa? Se ha investigado sobre este tema y más adelante se mostrará una posible opción para solventar este problema.

Las tres posibles mejoras planteadas en la encuesta para actualizar la mochila ligera han obtenido una respuesta muy satisfactoria, y es que tener la capacidad de cargar el móvil o el sistema de posicionamiento global (GPS), poseer una zona estanca en la mochila para la bolsa de hidratación y otra para calentar la comida, son cualidades bastante populares. El gráfico correspondiente a la Ilustración 8 se ha realizado con los datos de las encuestas y en él se puede comprobar la opinión de los usuarios respecto a su satisfacción con las cualidades o posibles cambios de la mochila ligera de combate.

### Satisfacción de los usuarios con la mochila ligera de combate

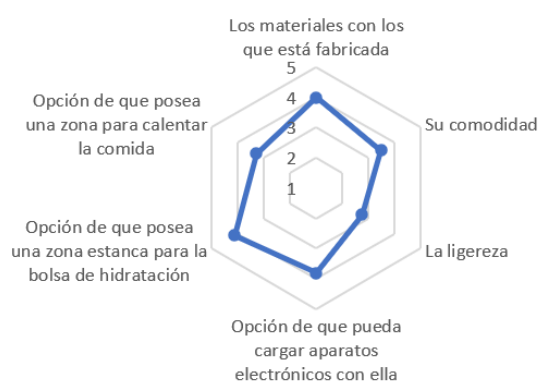


Ilustración 8. Gráfico de satisfacción de los usuarios con la mochila ligera de combate (Elaboración propia)

Respecto al chaleco, un alto porcentaje de usuarios lo valora como un elemento del equipo que apenas permite movilidad, bastante pesado y que posee una ergonomía y adaptación deficiente. Sin embargo, hay una discrepancia entre los usuarios que han valorado los materiales con los que está fabricado el chaleco ya que está prácticamente igualado.

Por otro lado, ante la posibilidad de que el chaleco posea localización, hay un porcentaje mayoritario que opina que esto no sería necesario o buena idea. Este resultado podría deberse a varias causas o factores que influyen en la decisión, como no confiar en las capacidades propias ante el miedo a que esta característica pueda ser utilizada en contra ante un ataque de guerra electrónica<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Debido a que en la encuesta casi todos los usuarios han mostrado satisfacción con esta cualidad de la mochila, no se hará un estudio de posibilidades de mejora, sin embargo, en algunos grupos de discusión se dialogó ante la propuesta de poder regular la anchura del atalaje de la espalda de la mochila para poder adaptarla mejor a la fisiología de los distintos usuarios.

<sup>2</sup> Respecto a esta capacidad, se podría considerar en un estudio como líneas futuras la opción de poder crear un complemento a nivel pelotón (unas 8 o 9 personas) para tener la localización de cada soldado en caso de emergencias mediante un dispositivo externo como un reloj que conecte mediante red wifi o red LAN. Habría que tener en cuenta restricciones en cuanto a



La posibilidad de que el chaleco posea una suelta rápida para poder quitarlo en casos de emergencia, similar a la que posee la actualización que se ha realizado en un chaleco adaptado para la mujer según la noticia de actualidad (ET) de 2019, ha causado una gran satisfacción en los usuarios, quienes opinan que añadirlo en una nueva actualización sería bastante positivo en cuanto a un aumento de seguridad principalmente.

Todos estos resultados numéricos de la encuesta se muestran en el gráfico de la Ilustración 9, que expresa la satisfacción de los usuarios respecto a las cualidades o posibles mejoras del chaleco anti-fragmentos.

Satisfacción de los usuarios con el chaleco anti-fragmentos

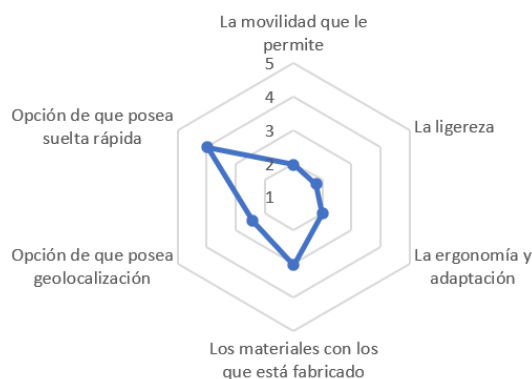


Ilustración 9. Gráfico de satisfacción de los usuarios con el chaleco anti-fragmentos (Elaboración propia)

Tras un análisis de los pilares fundamentales de estudio de este proyecto, a saber, el chaleco y la mochila, se han obtenido otros resultados bastante interesantes a tener en cuenta como son la insatisfacción con el tamaño del fusil, los cargadores y los porta-cargadores.

También hay una preocupación generalizada que tiene como base la opinión de que el presupuesto destinado a la actualización del equipo no es suficiente y que el equipo proporcionado en las unidades a los usuarios no es adecuado o es insuficiente. De hecho, en esta misma línea, en la milicia se repite frecuentemente la frase de “hay que instruirse como se combate”, lo que actualmente no se está pudiendo cumplir por falta de recursos.

En el apartado de observaciones propias que tiene libre respuesta en la encuesta realizada a usuarios, se reflejan otras preocupaciones y críticas al equipo, referidas al casco, a las botas, a la pistolera, a los medios de visión nocturna, a la correa porta-fusa, a la incapacidad de los elementos del equipo de adaptarse ergonómicamente a los usuarios, a la escasez o inexistencia del equipo en las unidades, a la reducción de puntos de la Aplicación de Vestuario del Ejército de Tierra. Llama la atención, a la luz de la investigación realizada, la reiterada solicitud por parte de los militares de usar equipo propio o por lo menos una selección de este, algo que actualmente no está permitido según el Código de leyes administrativas de Defensa (MINISDEF) de 2013. Esto supone un problema para los militares que aun estando dispuestos a pagar ese material personalizado de su propio bolsillo, para poder mejorar su rendimiento, no están respaldados en caso de accidente laboral si hacen uso de él. La moral, e incluso la operatividad de los usuarios parece que se ve afectada por este tipo de imposiciones, ante las cuales tampoco se ofrece una posibilidad de adaptación del equipo al individuo o de mejoras.

terreno y distancias de despliegue, no obstante, podría aportar beneficios a la hora de tener esta medida extra de control y seguridad de personal.



## 5.1 MOCHILA

Como se ha mencionado anteriormente, en este subapartado se va a tratar la ligereza, la opción de carga de pequeños aparatos electrónicos y la creación de una zona preparada para llevar la bolsa de hidratación y otra para calentar la comida. Se estudiarán una por una estas cualidades y capacidades para poder plantear soluciones preseleccionadas y en algunos casos compararlas hasta encontrar la más adecuada.

Posteriormente se realizará un análisis de riesgos conjunto de las potenciales desventajas de cada una de las opciones incluyendo posibles soluciones. Respecto a la recopilación de requisitos, a través de la herramienta lluvia de ideas, las entrevistas y encuestas realizadas a los combatientes españoles, se han podido compilar una serie de características y funciones niveladas que debería tener el prototipo teórico de la mochila actualizada de combate.

Los materiales y elementos que la mochila debe portar para las diferentes misiones están firmemente delimitados. Un impedimento para conseguir el objetivo de aligerar la mochila es el hecho de que no se puede prescindir reglamentariamente de ninguno de los elementos a portar. Por otro lado, modificando su composición, tampoco se lograría disminuir más que unos gramos de la mochila, materiales que además han gozado de grandes índices de satisfacción en la encuesta.

En el año 2019, la Universidad de Granada realizó un estudio pionero llamado “La carga física y el estrés del combatiente” (Europa Press, 2019). Cincuenta infantes participaron con sus respectivos equipos individuales en esta investigación para evaluar su rendimiento y posibles mejoras. Además, se calculó el peso del equipo completo que debían portar, obteniendo como resultado más de 20 kilogramos, un 25% del peso corporal de un soldado de unos 80 kilos.

Obviamente, cuando se está sometido a grandes esfuerzos, incluyendo transportar una carga física como esta, la aparición de lesiones es recurrente en un elevado porcentaje. En el 2014, se realizó a casi 600 sargentos alumnos un estudio (Franco, Rubio y Valero, 2014) del tema relacionando los tipos de lesiones con los factores de riesgo, demostrándose que más de la mitad de las lesiones que sufrían se debían a la sobrecarga. A la luz de estos datos, había una necesidad de buscar cómo reducir el peso del equipo y así disminuir el número de lesionados.

Tras investigar sobre el tema en concreto, se propuso una posible solución mediante un sistema de poleas y contra pesos creado por la empresa HoverGlide. Este sistema utiliza tecnología de carga suspendida, por lo que mientras el usuario porta la mochila, esta se mueve hacia arriba y hacia abajo, manteniéndose a una altura constante (Rome y Ruina, 2007) . En la Ilustración 10 se puede comprobar de manera visual el sistema anteriormente mencionado.

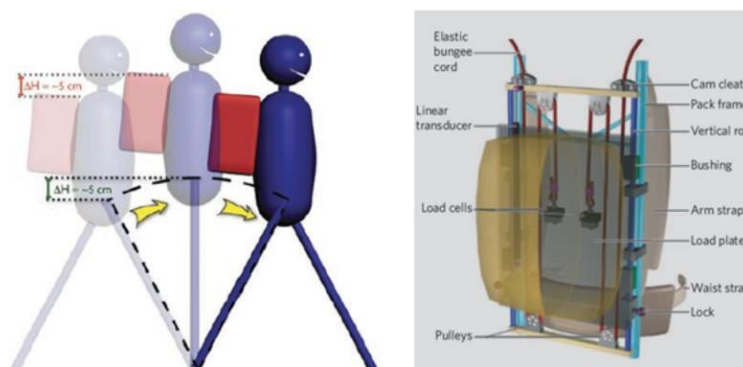


Ilustración 10. Esquema del funcionamiento HoverGlide y nombres de los componentes de la mochila (HoverGlide, 2018)



Esta innovación ha sido testada por el ejército estadounidense, además de realizar otras pruebas técnicas de durabilidad y de movimiento donde el usuario anda y corre con resultados satisfactorios (HoverGlide, 2018).

Por otro lado, al considerar esta opción se abre la posibilidad de añadir un generador en el sistema, algo también probado en algunos prototipos, para producir electricidad mediante el movimiento normal del mecanismo (sobre esto se hablará más en profundidad en la sección de la carga de pequeños aparatos electrónicos).

HoverGlide cuenta con cuatro modelos de mochila (ver Ilustración 11) disponibles para la venta al público, no obstante, la solución planteada es la de aplicar el sistema en una mochila de características base similares a la que se encuentra en dotación.

En cuanto al requerimiento de que la mochila tenga capacidad para cargar pequeños aparatos electrónicos (GPS, móviles, etc), lo primero que se plantea es la procedencia de la fuente de alimentación para generar la energía de carga.



Ilustración 11. Modelos de la mochila con sistema HoverGlide en venta (Indiegogo, 2021)

Como se planteó anteriormente, en el apartado de ligereza, el uso del sistema HoverGlide podría producir electricidad añadiendo un generador en el sistema y almacenándolo en una batería externa en la mochila, un invento de la empresa Lightning Packs (Rome, 2004).

La propia empresa ha realizado un estudio sobre la potencia<sup>3</sup> que generarían los diferentes tipos de acciones con una carga de 50 libras (23 kilogramos aproximadamente). Los resultados de este estudio están disponibles en la tabla de la Ilustración 12.

**El movimiento se convierte en electricidad**

Generación de energía con una carga de 50 lb

Actividad	Potencia eléctrica media
Caminar a paso relajado	12-15 W
Caminando al ritmo de la joroba	20-35 W
Corriendo	33-40 W
Bombeo manual	30-50 W

Ilustración 12. Imagen de la tabla que indica la potencia eléctrica media producida por las diferentes actividades realizadas con la mochila puesta (HoverGlide, 2018)

<sup>3</sup> La potencia se mide en vatios (W) y es la cantidad de energía eléctrica que se transfiere desde un generador hasta un elemento consumidor en un tiempo determinado según el artículo de sostenibilidad (BBVA) de 2021.



Otra opción sería la de añadir un panel fotovoltaico flexible al exterior de la mochila para así, mediante el efecto fotoeléctrico, transformar la energía solar en electricidad (Zhun, Roujian y Lei, 2021), que luego puede cargar una batería para almacenar la energía o cargar un dispositivo directamente.

Algunos modelos de mochila que utilizan este sistema así como la potencia generada se pueden visualizar en la Tabla 2, donde se ha realizado una comparación de tres modelos de mochila que utilizan placas solares como fuente de generador.

Tabla 2. Tabla de modelos de mochilas con paneles solares en venta en Amazon, las imágenes y la potencia generada (Elaboración propia con imágenes de Amazon)

MODELOS	SunnyBAG Mochila Solar Explorer	XTPower SP507BL	XDDesign- BOBBY TECH
IMAGEN DEL PRODUCTO			
POTENCIA	6W	6,5 W	8,5 W

Con estos ejemplos se puede observar la localización del panel solar, los tamaños aproximados de los paneles solares y su potencia.

Una vez identificadas las posibles fuentes de energía, es necesario añadir un regulador de voltaje intermedio como enlace entre las fuentes y los aparatos consumidores, ya sea mediante una batería externa o directamente el aparato electrónico, como medida de seguridad. Un esquema de este proceso se puede contemplar en la Ilustración 13.

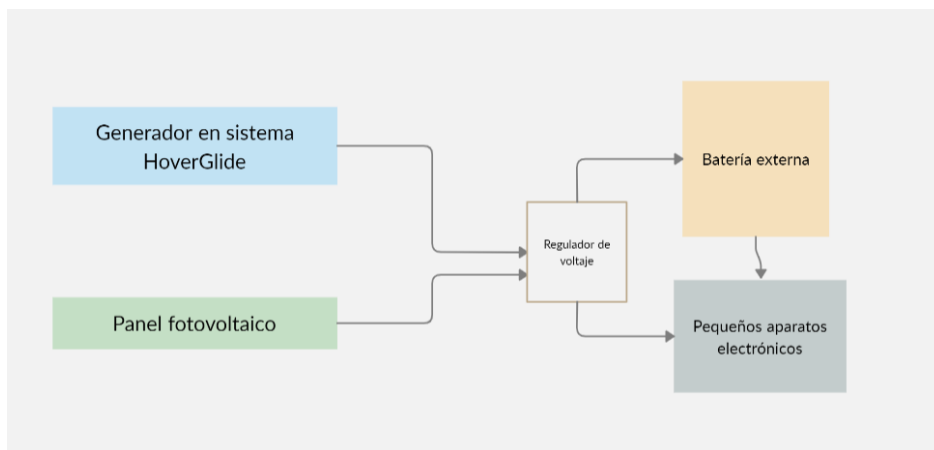


Ilustración 13. Esquema del proceso de la mochila con diferentes generadores hasta el uso de la energía generada (Elaboración propia)

La batería externa es un elemento que se añadirá independientemente de la fuente de alimentación seleccionada, ya que para poder guardar la energía producida sin tener que cargar directamente el aparato que se requiera, da una capacidad necesaria y eficiente.



Tras comparar la posible composición de esta batería (ver Tabla 3) se ha decidido elegir la de Li-Po ya que tiene mayor tensión, mayor número de recargas, un tiempo de carga menor, y una buena relación energía/peso.

Tabla 3. Tabla comparativa de algunos materiales con los que puede estar hecha una batería externa donde se subrayan en amarillo los valores óptimos para el uso requerido (Elaboración propia)

TIPO	ENERGÍA/PESO	TENSIÓN POR ELEMENTO (Voltios)	DURACIÓN (número de recargas)	TIEMPO DE CARGA (horas)	AUTODESCARGA POR MES (% DEL TOTAL)
PLOMO	30-40 Wh/Kg	2	1000	8-16	5
Ni-Fe (Níquel-Hierro)	30-55 Wh/Kg	1,2	1000	4-8	10
Ni-Cd (Níquel-Cadmio)	48-80 Wh/Kg	1,25	500	10-14	30
Ni-MH (Níquel-Hidruro Metálico)	60-120 Wh/Kg	1,25	1000	2-4	20
Li-ion (Ion de Litio)	110-160 Wh/Kg	3,7	4000	2-4	25
Li-Po (Polímero de Litio)	100-130 Wh/Kg	3,7	5000	1-1,5	10

Las baterías de polímero de Litio (LiPo Battery, 2021) son una variación de las de iones de Litio mencionadas en la tabla anterior. Poseen características muy parecidas, pero tienen más ventajas como la de poseer un tamaño menor.

Se ha seleccionado una batería con 10000mAh de capacidad y 3,7 V, de 200 gramos de peso y unas dimensiones de 1cm x 6,6 cm x 12, 1 cm como se puede ver en la Ilustración 14.

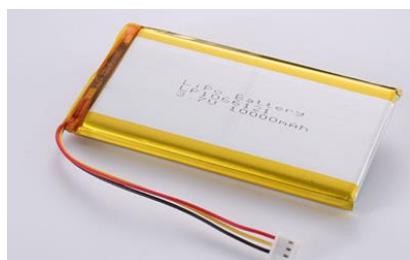


Ilustración 14. Batería externa Li-Po con 10000 mAh (LiPo Battery, 2021)



El procedimiento de cómo llega esa energía generada a los aparatos que se quieran cargar no es complejo. Un esquema de esto se muestra en la Ilustración 15, que presenta un ejemplo con operaciones matemáticas y estimaciones de cómo sería el procedimiento desde la recogida de energía, que podría ser mediante el sistema HoverGlide o a través de un panel fotovoltaico, hasta la llegada a una batería externa o directamente a los aparatos electrónicos que se le conecten. Además, se añade una tabla con datos de capacidad sobre algunos ejemplos de los aparatos electrónicos que se consideran de interés para los usuarios.

Cabe añadir que la capacidad real de una batería es de un 70% aproximadamente, ya que ninguna batería es capaz de suministrar el total de su carga, algo que se ha tenido en cuenta a la hora de realizar los cálculos pertinentes en el ejemplo de la ilustración.

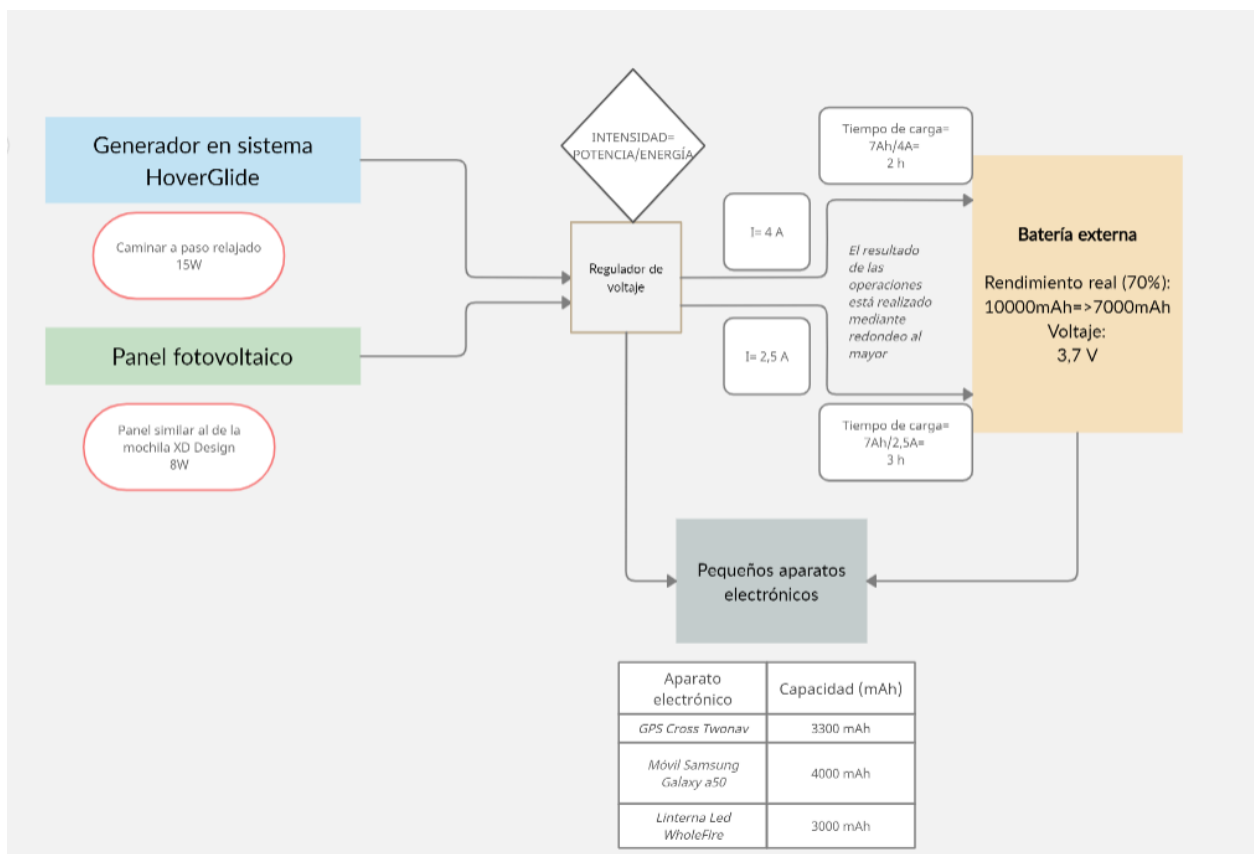


Ilustración 15. Ejemplo de procedimiento del sistema de la mochila con datos numéricos desde la generación de energía hasta que llega al aparato electrónico (Elaboración propia)

Esta función de poder cargar pequeños aparatos electrónicos está planteada para situaciones en las que no sea posible el uso de baterías o corriente proporcionada por generadores colectivos. Cuanta más capacidad se necesite para hacer frente a la carga de estos aparatos, más peso y espacio ocuparán las baterías en la mochila. Por esta razón, se limita su uso.

Inicialmente la solución sería añadir solamente una batería, ya que puede cubrir necesidades básicas en caso de urgencia, no obstante, sería conveniente realizar un estudio más exhaustivo sobre la posibilidad de añadir más de una.

Otra de las funciones que se ha ofrecido como opción en las encuestas a la hora de realizar mejoras en la mochila de combate es la de tener capacidad de calentar comida. La localización de este bolsillo adaptado tanto en materiales externos, que deben ser ignífugos y termoaislantes, como en dimensiones,



teniendo una capacidad de 1,5 litros como máximo, se restringe a uno de los laterales o la parte exterior delantera de la mochila, para hacer más cómoda su utilización en estático.

Los tipos de generadores de calor que se han estudiado para poder cumplir con las necesidades requeridas son las resistencias (efecto Joule) y las placas Peltier. El efecto Joule es la definición que tiene el proceso por el cual la energía eléctrica se transforma en térmica y se produce calor. Este efecto es generado en aparatos como una plancha, una cocina eléctrica o una tostadora por ejemplo y se origina en las resistencias eléctricas, que son las que resisten el paso de la energía (Vidaurre y Meseguer, 2018). Por su parte, las células o placas Peltier proporcionan ambas funciones simultáneamente, la de desprender calor y frío, aunque su uso más habitual es la de producir frío y tener capacidad para evacuar el calor generado de forma residual, siguiendo un procedimiento parecido al de, por ejemplo, los frigoríficos (Rubio, Martheyn y Vera, 2017).

Tras consultar a un experto en la materia sobre la eficiencia y la elección entre estos dos generadores de calor, se ha optado por las resistencias del efecto Joule. Esto es debido a que las placas Peltier producen calor condicionadas a que su otra cara produzca frío y para el objetivo marcado no sería necesario además de producir una condensación de escarcha en el lado frío no deseable. Las capacidades y debilidades de ambas opciones se pueden contemplar en la Tabla 4, donde se realiza una comparativa.

*Tabla 4. Tabla comparativa entre el uso de las placas Peltier o resistencias mediante el efecto Joule (Elaboración propia)*

<i>PLACAS PELTIER</i>	<i>RESISTENCIAS (EFECTO JOULE)</i>
Produce calor y frío a la vez	Puede producirse un cortocircuito
Elevado coste	Económicas
Baja eficiencia energética	Sencillos y de fácil reemplazo
Ligeras y pequeñas	Ligeras y pequeñas

Otra de las capacidades deseables en la mochila que han obtenido un resultado positivo en la encuesta ha sido la de que posea un bolsillo destinado exclusivamente para portar la bolsa de hidratación. La mochila actual cuenta con una vía de salida del tubo de la bolsa de hidratación, como se ha mencionado anteriormente. El sistema funciona de forma que la bolsa se encuentra en el interior de la mochila, en contacto con el resto del equipo. Esto tiene el inconveniente de que, en caso de rotura de la bolsa de hidratación, el interior de la mochila acaba inundado, algo que sucede de manera recurrente.

Por esta razón, la propuesta para cubrir el requisito de los usuarios sería la creación de un bolsillo estanco en el exterior de la mochila que incluyera un sistema de evacuación, como, por ejemplo un tapón con un pequeño tubo en la parte inferior para expulsar el agua en caso de rotura.

El tamaño de este bolsillo debería ser para una bolsa de hidratación de 3 litros, ya que suelen ser como máximo de estas dimensiones (21 x 42 cm aproximadamente) como muestra la Ilustración 16.



*Ilustración 16. Bolsa de hidratación de 3L (Amazon, 2021)*



Por último, se realizó un análisis de riesgos de las actualizaciones que se le implementarían a la mochila ligera de combate. En total se obtuvieron nueve riesgos clave, de los cuales uno era bajo, cuatro de riesgo medio, uno alto-medio y tres críticos. Estos resultados se pueden ver en la Tabla 5.

Tabla 5. Tabla de la matriz de riesgos de la mochila ligera previamente a las posibles soluciones para mitigarlos o eliminarlos (Elaboración propia)

Matriz riesgos proyecto					Estadística	
Probabilidad	3	0	0	3	Clase riesgo	Número
	2	2	1	1	Crítico	3
	1	1	0	1	Alto - medio	1
		Low	Medium	High	Medio	4
		Impacto			Bajo	1
					Total:	9

Tras estudiar las causas y efectos de los riesgos, se detectaron alternativas o medidas para mitigarlos o eliminarlos, las cuales sirvieron para, en general, minimizar su impacto y/o probabilidad. Los tres riesgos más importantes, ya que fueron clasificados como críticos, se exponen a continuación junto con las medidas a tomar para reducirlos, disponibles en la Tabla 6. Tras esto, fueron recalificados y obtuvieron una valoración de riesgo medio.

Tabla 6. Tabla de los riesgos críticos de la actualización planteada para la mochila ligera junto con las posibles medidas a tomar (Elaboración propia)

Riesgos críticos	Medidas a tomar
Que el calentador de comida de la mochila deje huella térmica	Añadir material termoaislante alrededor del calentador para reducir al máximo este problema.
Que el calentador de comida produzca algún daño en los materiales de la mochila o en el personal	Realizar revisiones y controles periódicos y elegir materiales ignífugos además de diseñar este complemento pensando en evitar daños en el personal y en el equipo, alejándolo de zonas como los brazos, piernas y espalda y colocándolo fuera de la mochila.
Que haya fallos en las baterías y se produzca falta de seguridad	Realizar controles de calidad con una frecuencia alta para comprobar el correcto funcionamiento de las baterías.

En el resultado de este análisis se observó que las categorías de riesgos que se debían abarcar eran: de adquisición, de seguridad, de mantenimiento, financiero, de funcionamiento, de calidad y de alcance. Para finalizar, se concluyó que tras aplicar las medidas encontradas durante el análisis de riesgos era posible seguir con el proyecto de la mochila. Este análisis se puede comprobar en su plenitud en [Anexo III](#).



## 5.2 CHALECO

El chaleco supone un gran problema en el equipo de combate. Los usuarios reiteran sus quejas debido a su incomodidad, sus grandes dimensiones y el sobrepeso. Asimismo, no pueden evitar compararse con otros ejércitos con los que colaboran en diferentes misiones internacionales, que priorizan más una correcta movilidad y comodidad antes que cubrir la mayor parte del cuerpo posible por el chaleco.

La movilidad del chaleco depende de otros factores como son sus dimensiones y peso. Asimismo, está relacionada con la ergonomía y adaptación en los usuarios ya que la forma del chaleco afectará notablemente a las características ya mencionadas.

En primer lugar, habría que replantear las prioridades en cuestión a la movilidad y seguridad y en qué grado se está dispuesto a asumir la pérdida de porcentaje en estos dos aspectos. Tras el estudio en el tema, se ha decidido que sería necesario reducir la superficie a cubrir. La mentalidad imperante hasta ahora es que cuanto más superficie del cuerpo cubra el chaleco, más protegido estará el combatiente. No obstante, se propone un equilibrio que reduzca esa porción de superficie a cambio de mejorar notablemente la movilidad, algo que en ciertas ocasiones también se puede traducir en seguridad.

El material<sup>4</sup> con el que están hechas las placas antibalísticas es el kevlar. Este material tiene una gran resistencia ante impactos y es idóneo para soportar tanto altas como bajas temperaturas, entre 420 y 480°C de máximas y -195°C aproximadamente de mínimas (Cheng, Weinong y Weerasooriya, 2005).

Por lo que parece, según el artículo de actualidad (Sputnik) de 2021, en estos últimos años, Rusia ha desarrollado una tecnología innovadora, un material llamado fibra de polietileno para usar como protección en el chaleco anti-fragmentos que supera al kevlar en resistencia y ligereza. La Tabla 7 compara ambos materiales.

*Tabla 7. Tabla comparativa de materiales de los chalecos descubiertos en Rusia y en Estados Unidos (EE. UU.) (Elaboración propia)*

	RUSIA	EEUU
PESO (g/cm <sup>3</sup> )	0.98	1,25
RESISTENCIA (megapascales)	950	800
MATERIAL	Fibra de polietileno	Poliparafenileno tereftalamida o kevlar

Por otro lado, respecto a la ergonomía y adaptación del chaleco, se ha encontrado un sistema de transporte de placas que reduce un 25% su peso, algo muy valorado por los mandos militares estadounidenses.

*“Cuando aligeras la carga, los infantes de marina pueden llegar a sus destinos más rápido y tendrán más resistencia, lo que aumenta su letalidad”*

*(Teniente coronel Anchew Konicki, 2011)*

<sup>4</sup> Otros materiales que han llamado la atención por sus cualidades balísticas son Dragon skin y el carburo de silicio y de boro de Hexar de la empresa Stealth Armor Systems, los cuales se contemplan como opciones a investigar más a fondo, como posibles líneas futuras de este proyecto.



Además, a este sistema se le ha añadido para la reducción de peso una tecnología de plataforma modular 6/12. La empresa MO-FirstSpear Technology Group ha desarrollado para el ejército estadounidense el llamado Plate Carrier Generation III (véase en Ilustración 17). Este chaleco lo utilizará la infantería de marina estadounidense y debería estar concluido en septiembre de 2023 (FirstSpeart, 2018).



Ilustración 17. Chaleco anti-fragmentos con sistema Gen III (FirstSpear, 2018)

Este chaleco estará disponible en ocho tallas (Díez, 2018) e incluirá la función que también se mencionaba en este proyecto, la suelta rápida. Se trata de un sistema de liberación rápida Tubes, producido por la misma empresa, el cual se muestra en la Ilustración 18.



Ilustración 18. Sistema liberación Tubes (FirstSpear, 2018)

Posteriormente a la búsqueda de actualizaciones para el chaleco, se realizó un análisis de riesgos. Se consiguieron encontrar siete riesgos importantes a tener en cuenta, de los cuales cinco eran medios y dos alto-medio, como se pueden observar en la Tabla 8.

Tabla 8. Matriz de riesgos de la actualización del chaleco anti-fragmentos previamente a las medidas a tomar (Elaboración propia)

Matriz riesgos proyecto					Estadística	
Probabilidad	3	0	0	0	Clase riesgo	Número
	2	2	1	2	Critico	0
	1	0	1	1	Alto - medio	2
		Low	Medium	High	Medio	5
		Impacto			Bajo	0
					Total:	7



La mayoría de estos riesgos tenía una tendencia descendente al aplicarle las medidas para mitigarlos o eliminarlos, no obstante, otros permanecieron igual. Como riesgos a destacar se encuentran los dos riesgos alto-medio, de los cuales uno mantuvo su probabilidad e impacto y otro se convirtió en medio. Esto junto con sus medidas a tomar explicadas pueden verse en la Tabla 9.

*Tabla 9. Tabla de los riesgos del chaleco anti-fragmentos con las medidas a tomar para eliminarlos o mitigarlos (Elaboración propia)*

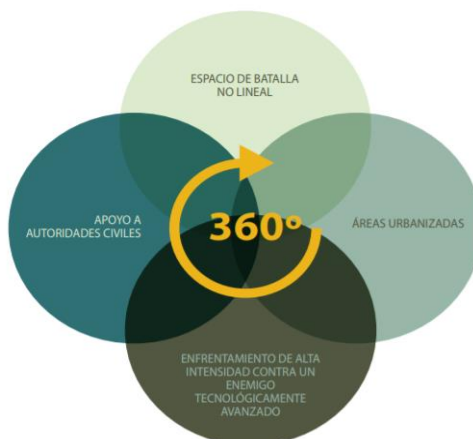
<i>Riesgos críticos</i>	<i>Medidas a tomar</i>
<i>Haya más superficie al descubierto</i>	Este riesgo es asumido, ya que los usuarios han priorizado una mayor movilidad a la seguridad que estaba en el chaleco que se usa actualmente.
<i>Rotura de la suelta rápida</i>	Hacer un estudio de los materiales óptimos para lograr ese tipo de enganches con una gran resistencia, realizar controles de los enganches y crear una opción en el chaleco para el caso extremo en el que se rompa para no quedar inoperativo.

El resultado de este análisis fue que había varias categorías de riesgos que había que abarcar: económico, de funcionamiento, temporal, de adquisición, de alcance y de protección. Por esta razón, se concluyó que, tras estudiar los efectos de estos riesgos, era necesario implementar las medidas y alternativas producidas en el estudio de riesgos para poder seguir con la realización del proyecto. Para mayor detalle, este análisis se encuentra completo en el [Anexo IV](#).

### 5.3 ARMAMENTO Y SUS COMPLEMENTOS

El fusil que está actualmente en dotación en el ejército es el HK G36 (véase Ilustración 2) en su versión larga, el cual comenzó a adquirirse en España en el año 1999.

El tamaño del fusil es una cualidad del armamento que no está actualizada a los requerimientos y escenarios de combate en los que el ejército español participa. La idea de acortar su longitud, es cada vez más necesaria por las funciones y actividades que se desempeñan y que se ven reflejadas en la Fuerza 35 (ET, 2019), un proyecto en el que se expresan todos los requerimientos e ideas claves que tiene que cumplir nuestro ejército de forma progresiva para el año 2035. En este documento se contemplan cuatro ámbitos de actuación, los cuales se pueden ver en la Ilustración 19.



*Ilustración 19. Imagen de los escenarios de actuación de Fuerza 35 (ET, 2019)*



Como se puede observar, en dos de los cuatro escenarios de Fuerza 35, el tamaño del fusil influye en mayor medida como son en las áreas urbanizadas y en el apoyo a autoridades civiles. Ambos escenarios se caracterizan por tener espacios y distancias más reducidas y precisar de movilidad y agilidad en el combate, motivos por los cuales es necesario un fusil de reducidas dimensiones.

Uno de los fusiles más aclamados en el mercado militar es el HK 416 A5 11" (HK, 2021), el cual puede verse en la Ilustración 20. Este fusil de asalto es utilizado actualmente por los Estados Unidos y otros ejércitos como el francés están interesados en él, y es que presenta unas capacidades óptimas para cubrir las necesidades que plantean los escenarios mencionados anteriormente.



*Ilustración 20. Imagen del fusil HK 416 A5 11" (HK, 2021)*

Se puede observar que el fusil que tienen las FAS actualmente mide aproximadamente un metro y que existe una diferencia considerable con lo que respecta a las dimensiones del arma con el culatín plegado y extendido (véase Tabla 10). Pese a que sería acertada una renovación del armamento, una opción para poder disminuir la longitud del fusil considerablemente sería sustituir la pieza trasera de apoyo, el culatín. Hay bastantes modelos, algunos de los cuales pueden observarse en la Tabla 11, que cumplen el requisito de disminuir la longitud del fusil, y es que unos pocos centímetros podrían marcar la diferencia en el terreno de operaciones.

*Tabla 10. Tabla comparativa entre el fusil HK G-36 y el fusil HK 416 A5 11" (Elaboración propia)*

	<i>Peso</i>	<i>Calibre</i>	<i>Longitud (con culatín plegado/ extendido)</i>	<i>Cadencia de tiro</i>
<i>HK G36</i>	3,63 Kg	5,56 mm x 45	755/1002 mm	750 rpm
<i>HK 416 A5 11"</i>	3,12 Kg	5,56 mm x 45	709/805 mm	850 rpm



Tabla 11. Tabla de tres modelos de culatín para el fusil HK G-36 (Elaboración propia con imágenes de USP suministros)

MODELO	IMAGEN
<p><i>Soporte telescópico plegable y retráctil (4 muescas) con reposacabezas ajustable y reposa-hombros cóncavo</i></p>	
<p><i>Soporte telescópico plegable y retráctil (4 retenes) con reposacabezas ajustable y soporte convexo para hombros que incluye un pasador</i></p>	
<p><i>Soporte telescópico plegable y retráctil (3 muescas) con reposacabezas</i></p>	



## 6. CONCLUSIONES

Este Trabajo de Fin de Grado se ha centrado en la aportación de propuestas por parte de los propios infantes del Ejército de Tierra con el fin de mejorar algunos aspectos de su equipo individual de dotación. El proyecto se ha dividido en cuatro fases, cada una de ellas con un objetivo asignado.

El objetivo principal de la primera fase era conocer la opinión y las necesidades detectadas por parte de los militares, lo cual se tomó como la base para la realización del proyecto. Como condición indispensable para la consecución de este objetivo, fue necesario realizar un estudio previo exhaustivo sobre el equipo individual de dotación. Una vez se hubo analizado el equipo y sus componentes, se procedió a la realización de un estudio en el Regimiento Saboya n.º 6, cuyos resultados indicaron que el epicentro del descontento generalizado sobre el equipo empleado por las en las Fuerzas Armadas estaba principalmente en la mochila ligera de combate, el chaleco anti-fragmentos y el armamento.

Para la realización de esta primera parte del proyecto se utilizaron las siguientes herramientas y métodos de investigación: Pliego de Prescripciones Técnicas, *brainstorming* o lluvia de ideas, encuesta, entrevistas a expertos, grupos de discusión, y observación directa. Al estudiar los datos recopilados se consideró que la información compilada era suficiente para perfilar las líneas del proyecto, saber la actualización y mejora de las partes del equipo mencionadas anteriormente. Además, se investigó sobre el proyecto Fuerza 35, cuyo cometido principal es la actualización del equipo del combatiente: tema principal de este TFG.

Por su parte, la segunda y tercera fase discurrieron prácticamente de manera simultánea, siendo sus objetivos el análisis y procesamiento de la información recogida así como el estudio de los requisitos deseables del equipo individual de dotación y la búsqueda de posibles soluciones para las carencias detectadas, tanto en el mercado militar como en el civil. Durante la labor de búsqueda, se realizaron consultas en PPT, artículos, noticias, documentos, patentes. Esta información inicial se contrastó durante las consultas técnicas a expertos, y se procesó en tablas comparativas y análisis de riesgos. Como resultado, se encontró una manera de aligerar la mochila de combate sin que esto supusiera el cambio de materiales de fabricación o la eliminación de ninguno de sus elementos, así como un modo de solventar algunas de las inconveniencias encontradas en su uso: añadir un bolsillo externo para portar la bolsa de hidratación. También se plantearon cuestiones sobre cómo añadirle un sistema eléctrico para que el usuario tuviera la opción de recargar dispositivos sin la necesidad de conectarse a una fuente de electricidad externa y cómo crear un generador de calor para así calentar la comida en el interior de la mochila.

En cuanto al chaleco, se estudiaron tres aspectos de mejora. Primero se investigó sobre si sus dimensiones eran las adecuadas para los escenarios bélicos internacionales. Posteriormente se valoró la opción de añadir una suelta rápida lateral y, en tercer lugar, se propusieron diferentes modelos de chaleco anti-fragmentos y materiales balísticos disponibles en el mercado, además de los utilizados por otros ejércitos, que tienen como fin mejorar la ligereza, la comodidad y, consecuentemente, la movilidad del usuario. Por último, respecto al armamento de dotación, se estudiaron dos posibilidades para solventar el problema que se detectó en las encuestas con respecto a su longitud. Por un lado, se recopiló información sobre modelos de fusil de dimensiones más reducidas que el actual, y por otro, se investigó cómo reducir el fusil HK G-36, en dotación, mediante la sustitución de su culatín.

En la última fase, se tomó como objetivo exponer propuestas susceptibles de resolver las carencias descritas a lo largo de este TFG. Para ello, se presentan prototipos teóricos de los tres elementos estudiados (mochila ligera, chaleco anti-fragmentos y fusil), así como de las actualizaciones que se podrían aplicar en un futuro. En primer lugar, para la mochila ligera de combate se ha seleccionado el sistema HoverGlide, el cual a través de un mecanismo de poleas y contrapesos reduce la sensación de peso notablemente. También se ha incorporado la idea de añadir un bolsillo exterior estanco con un sistema de desagüe sencillo para casos de rotura en la bolsa de hidratación. Por otro lado, se ha realizado un estudio comparativo para averiguar cual de los dos sistemas de generación de energía propuestos, el sistema dinamo en HoverGlide o el panel fotovoltaico resultan más adecuados en este caso. El resultado concluye



que el primero es más eficiente ya que requiere un tiempo de carga menor, si bien se podría optar por añadir ambos, ya que no son excluyentes. En cuanto a la posibilidad de calentar la comida en la mochila, se estudiaron dos opciones, por un lado el uso de placas Peltier y por el otro el de resistencias, mediante el efecto Joule. En este caso, la información obtenida en consulta a expertos en la materia fue determinante a la hora de tomar la decisión de emplear las resistencias en la elaboración de este bolsillo térmico.

Respecto al chaleco anti-fragmentos, se ha llegado a la conclusión de que es necesaria una renovación completa de los actuales chalecos, introduciendo la mejora de la suelta rápida Tubes junto con una reducción de sus dimensiones. En cuanto al armamento, se ha concluido que la necesidad de disminuir la longitud del fusil empleado es real y que a corto plazo existen culatines que se podrían implementar en el equipo con el objetivo de reducir el arma unos centímetros.

Como consideraciones finales, se considera que sería de interés realizar un prototipo de mochila y chaleco que siga las recomendaciones propuestas en este TFG, este prototipo debería ir acompañado por un análisis financiero que determine si resultaría más ventajoso para el Ejército español su elaboración de forma interna o la externalización. Asimismo, la producción de un prototipo de un calentador de comida para mochila podría contemplar, además de las consideraciones planteadas en este trabajo sobre materiales y tipos de resistencia, su uso para otras funciones adicionales, tales como, por ejemplo, ser una fuente de calor para el militar.

Por otro lado, y de forma paralela a estas cuestiones, sería pertinente llevar a cabo un estudio económico para evaluar si resultaría más beneficioso a largo plazo la renovación del armamento en dotación actualmente o su adecuación a las necesidades a las nuevas necesidades impuestas por el panorama internacional.

Finalmente, se podría valorar el desarrollo de un proceso militar interno de homologación en el uso de elementos externos al equipo individual de dotación que estuviera legalmente autorizado, respaldado y controlado por el Ejército de Tierra.



## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cajal Flores, A. (2020). *Observación directa: características, tipos y ejemplo*. Disponible en: <https://www.lifeder.com/observacion-directa/> [Consultado 27-09-2021]
- Cheng, M., Weinong Chen, W. y Weerasooriya, T. (2005). "Mechanical properties of Kevlar® KM2 single fiber". *J. Eng. Mater. Technol.*, 2005, vol. 127, no 2, pp. 197-203. DOI: 10.1115/1.1857937
- Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M. y Varela-Ruiz, M. (2013), "La entrevista, recurso flexible y dinámico." *Investigación en Educación Médica*, Vol. 2, núm.7, pp.162-167. Disponible en : <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349733228009> [Consultado 9-10-2021]
- Díez Camara, O. (2018). "Equipos de protección personal para el Cuerpo de Infantería de Marina de EEUU". *Defensa*. Disponible en: <https://www.defensa.com/otan-y-europa/equipos-proteccion-personal-para-cuerpo-infanteria-marina-eeuu> [Consultado 18-11-2021]
- Ejército de Tierra (2019). *El Ejército contará con chalecos femeninos*. Madrid: DECET [https://ejercito.defensa.gob.es/actualidad/2019/03/7202\\_nuevo\\_chaleco\\_femenino.html?\\_locale=es](https://ejercito.defensa.gob.es/actualidad/2019/03/7202_nuevo_chaleco_femenino.html?_locale=es) [Consultado 11-10-2021]
- Ejército de Tierra (2019). *Fuerza 35*. Madrid: ET. Disponible en: [https://ejercito.defensa.gob.es/Galerias/Descarga\\_pdf/EjercitoTierra/Publicaciones/fuerza\\_35.pdf](https://ejercito.defensa.gob.es/Galerias/Descarga_pdf/EjercitoTierra/Publicaciones/fuerza_35.pdf) [Consultado 25-09-2021]
- ESAN (2020). Brainstorming: Ventajas de hacer una lluvia de ideas en la empresa. Disponible en: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2020/06/brainstorming-ventajas-de-hacer-una-lluvia-de-ideas-en-la-empresa/> [Consultado 26-09-2021]
- Europa Press (2019). "La UGR mide en soldados de Ceuta la carga física y el estrés que soportan con su equipo de combate". *Europa Press*, 29 de enero. Disponible en: <https://www.europapress.es/ceuta-y-melilla/noticia-ugr-mide-soldados-ceuta-carga-fisica-estres-soportan-equipo-combate-20190129170139.html> [Consultado 02-11-2021]
- FirstSpear (2021). FirstSpear. Disponible en: <https://www.first-spear.com/technology> [Consultado 28-11-2021]
- FirstSpear News (2020). "USMC comienza a desplegar el portador de placas GEN III con Tubes™ y 6/12™". *FirstSpear*, 21 de abril. Disponible en: <https://first-spear.tech/news/f/usmc-begins-fielding-gen-iii-plate-carrier-with-tubes%E2%84%A2-and-612%E2%84%A2> [Consultado 04-12-2021]
- Flick, U. (2007). *El diseño de la Investigación Cualitativa*. Disponible en: [https://edmorata.es/wp-content/uploads/2020/06/Flick.Disen%CC%83oInvestigacionCualitativa.PR\\_.pdf](https://edmorata.es/wp-content/uploads/2020/06/Flick.Disen%CC%83oInvestigacionCualitativa.PR_.pdf) [Consultado 26-09-2021]
- Franco Bonafonte, L., Rubio Pérez F. y Valero Capilla, F. (2014). "Lesiones de los sargentos alumnos del Ejército de Tierra y factores de riesgo lesional", *Sanidad Militar*, vol. 70, no. 4, pp. 263–269. DOI: 10.4321/S1887-85712014000400004.
- Fundación BBVA (2021). BBVA. Disponible en: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-y-como-calcular-la-potencia-electrica/> [Consultado 28-11-2021]
- Guardiola Jiménez, P. (2014). *La metodología Cuantitativa. Encuestas y muestras*. Disponible en: <https://www.um.es/docencia/pguardio/documentos/master2.pdf> [Consultado 10-10-2021]
- Heckler & Koch (2021). Heckler-Koch. Disponible en: <https://www.heckler-koch.com/de/produkte/militaer/sturmgewehre/g36/g36/produktbeschreibung.html> [Consultado 24-09-2021]
- HoverGlide (2021). HoverGlide. Disponible en: <https://www.hoverglidepacks.com/how-it-works> [Consultado 29-11-2021]



- Indiegogo HoverGlide (2021). Indiegogo. Disponible en: <https://www.indiegogo.com/projects/hoverglide-world-s-first-floating-backpack#/> [Consultado 12-11-2021]
- LiPo Battery (2021). LiPo Battery. Disponible en: <https://www.lipobattery.us/lipo-batteries-lp1066121-10000mah-with-pcm-ntc-wires-100mm-jst-achr-03v-s/> [Consultado 12-11-2021]
- Maldonado Luna, S. M. (2012). "Manual Práctico Para El Diseño De La Escala Likert", *Xihmai*, 2(4). DOI: 10.37646/xihmai.v2i4.101
- Ministerio de Defensa (2013). Código de leyes administrativas de la Defensa. Madrid: AEBOE.
- Ministerio de Defensa (2015). Pliego de prescripciones técnicas objeto: mochila ligera de combate. Madrid: MALE.
- Ministerio de Defensa (2016). Pliego de prescripciones técnicas objeto: chaleco de protección balística. Madrid: MALE.
- Nicolás, R. M., & Madrid, J. S. (2019). "Matriz de riesgos. ¿ En qué consiste, cómo se construye, cómo se gestiona?", *Revista de Contabilidad y Dirección*, Vol.28, pp. 57-68. Disponible en: <https://accid.org/wp-content/uploads/2020/03/4-1.pdf> [Consultado 10-10-2021]
- Ortiz, S. y Refugio, J. (2018). "La consulta a expertos, un importante recurso en la investigación", *Libro de proceedings, CTV 2018: XII Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual*, pp. 181-192. DOI: 10.5821/ctv.8241
- Rome, L. (2004). "A backpack for harvesting electrical energy during walking and for minimizing shoulder strain". Patente. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/EP1610646B1/en?inventor=Lawrence+C.+Rome>
- Rome, L., y Ruina, A. (2007). "Mochila ergonómica de carga suspendida". Patente. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/US7931178?oq=hoverglide>
- Rubio, C., Martheyn Lizarazo, G. y Vera Duarte. L.E. (2017). "Termoelectricidad: uso de las celdas peltier en el campo de la refrigeración y sus principales". *Revista Inventum*, 12, 9. DOI: 10.26620/uniminuto.inventum.12.22.2017.9-16
- Sputnik (2021). "¡No pasarán! Rusia desarrolla un compuesto antibala ultraligero y más resistente". *Sputnik*, 14 de enero. Disponible en: <https://mundo.sputniknews.com/20210114/no-pasaran-rusia-desarrolla-compuesto-antibala-ultraligero-mas-resistente-1094109878.html> [Consultado 28-11-2021]
- Vidaurre Garayo, A.J. y Meseguer Dueñas, J.M. (2018). "Potencia eléctrica. ley de Joule". *Universidad Politécnica de Valencia*. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/105226> [Consultado 12-11-2021]
- Voxco (2021). Investigación de campo: definición, ejemplos y metodología. Disponible en: <https://www.voxco.com/blog/field-research/> [Consultado 25-09-2021]
- Zhun Z., Roujian Z. y Lei W. (2021). "Solar cell module adopting POE adhesive film for edge sealing". Patente. Disponible en: [https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN321819267&\\_cid=P20-KV3ROY-45365-1](https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN321819267&_cid=P20-KV3ROY-45365-1)



## **ANEXOS**



## ANEXO I

### PREGUNTAS LLUVIA DE IDEAS

Previamente se ha seleccionado a los usuarios que van a participar de diferentes escalas y edad (10 personas) e informado del tema y el objetivo de la realización del trabajo de fin de grado con varios días de anticipación.

1. Debilidades de la mochila ligera de combate de dotación
2. Características que les gustaría que tuviera la mochila
3. Debilidades del chaleco anti-fragmentos de dotación
4. Características que les gustaría que tuviera el chaleco
5. Debilidades del armamento en dotación y sus complementos
6. Características que les gustaría que tuviera el armamento y los complementos
7. Debilidades del resto de elementos que componen el equipo de dotación con el que tienen insatisfacción.
8. Propuestas generales de mejora y debilidades que consideran del ejército relacionadas con el equipo de dotación.



## ANEXO II

### GUIÓN ENTREVISTA A EXPERTOS

1. INTRODUCCIÓN Y PRESENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD.

2. PRESENTACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUE SE PERSIGUEN EN LA ACTUALIZACIÓN DEL EQUIPO DE DOTACIÓN INDIVIDUAL.

3. PRESENTACIÓN DE LOS RIESGOS PRINCIPALES DE CAMBIAR EL EQUIPO.

4. EXPERIENCIAS Y VALORACIÓN PERSONALES DE:

-VENTAJAS DEL EQUIPO ACTUAL

-DEBILIDADES DEL EQUIPO ACTUAL

5. PROSPECTIVA DE ACTUALIZACIÓN DE EQUIPO



## ANEXO III

### Análisis de riesgos de la mochila ligera de combate

Tabla 12. Análisis de riesgos de la actualización de la mochila ligera de combate (Elaboración propia)

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	Tendencia
1	Sobrecoste en la fabricación o recortes presupuestarios	Financiero	Aparición de algún fallo en la cadena de fabricación. Restricciones nuevas de presupuesto para la fabricación de la mochila.	H	2	2H	Al no haber financiación económica por reestructuración económica desde el gobierno, puede haber una paralización en la fabricación de la mochila.	Ante este suceso sería necesario crear una reserva de contingencias.	2L	Decreciente
2	Falta de proveedores	Compras	Que no se consigan proveedores suficientes para la fabricación de la mochila debido a los materiales específicos.	H	1	1H	No sea posible seguir con la fabricación de la mochila debido a que haya problemas con los proveedores en la adquisición de materiales.	Previamente al comienzo de la fabricación habría que realizar una lista de proveedores a los que poder llamar si el proveedor principal falla.	1M	Decreciente
3	Ausencia de personal cualificado para poder arreglar el sistema HoverGlide	Mantenimiento	Rotura en el sistema HoverGlide de la mochila debido al uso y que no haya personal preparado para poder solucionar las averías.	L	2	2L	Al producirse una rotura en el sistema, la mochila dejaría de tener las ventajas	Realizar controles y mantenimiento periódicos en la mochila además de formar a un número determinado de personal que pueda a su vez formar de forma interna a más usuarios.	1L	Decreciente
4	Rotura de la bolsa de hidratación	Calidad	Compresión o defecto de la bolsa de hidratación y rotura en el interior del bolsillo estanco creado para esta.	L	2	2L	Posibilidad de que se moje la mochila o incluso el usuario al no descubrir esta rotura	Añadir tejido inteligente que cambie de color al tener contacto con el agua desde el interior del bolsillo. Que el bolsillo tenga vía de salida segura para no mojar el resto del equipo en caso de rotura de la bolsa de hidratación.	1L	Decreciente
5	Que el calentador de comida de la mochila deje huella térmica	Seguridad	Que al desprender calor genere una huella térmica bastante visible como para ser un problema táctico al ser visto por cámaras térmicas.	H	3	3H	Al desprender una huella térmica muy alta, puede ser una falta de seguridad que detecte el enemigo y revele la posición.	Añadir material termoaislante alrededor del calentador para reducir al máximo este problema.	1H	Decreciente



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	Tendencia
6	Que el calentador de comida produzca algún daño en los materiales de la mochila o en el personal	Seguridad	Aparición de fallos en las placas de calor.	H	3	3H	Que al producirse un error en las placas se sobrecalienten y produzcan daños en el material o al usuario.	Realizar revisiones y controles periódicos y elegir materiales ignífugos además de diseñar este complemento pensando en evitar daños en el personal y en el equipo, alejándolo de zonas como los brazos, piernas y espalda y colocándolo fuera de la mochila.	1H	Decreciente
7	Que las baterías no tengan la capacidad suficiente.	Calidad y alcance	Que las baterías añadidas a la mochila no tengan la suficiente capacidad para poder hacer frente a la carga de los aparatos electrónicos necesarios como GPS y móvil o haya pocas.	L	1	1L	Que no se puedan cargar los elementos necesarios y no se cubran las necesidades requeridas por los usuarios.	Realizar un estudio de la capacidad necesaria para cubrir todas las necesidades de recargas electrónicas que pudieran surgir al usuario en la misión en un plazo de unas 72 horas y a través de eso elegir las baterías más idóneas.	1L	Igual
8	Que haya fallos en las baterías y se produzca falta de seguridad	Seguridad	Aparición de fallos en las baterías.	H	3	3H	Que la mochila o el personal sufra daños al aparecer errores o sobrecalentamiento en las baterías.	Realizar controles de calidad con una frecuencia alta para comprobar el correcto funcionamiento de las baterías.	1H	Decreciente
9	Que no funcionen las baterías portátiles.	Funcionamiento	Al tener Como fuente de alimentación un panel solar, las baterías pueden no cargarse al no existir esta exposición.	M	2	2M	Carecer de capacidad para poder cargar móvil y GPS.	Añadir un generador con un dinamo como fuente de energía cinética en caso de emergencia.	1M	Decreciente



## ANEXO IV

### Análisis de riesgos de la actualización del chaleco anti-fragmentos

Tabla 13. Análisis de riesgos de la actualización del chaleco anti-fragmentos (Elaboración propia)

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	Tendencia
1	Haya más superficie al descubierto	Protección	Al reducir las dimensiones del chaleco, quedará más superficie del cuerpo al descubierto.	H	2	2H	Hay más superficie al descubierto por las que recibir disparos.	Este riesgo es asumido, ya que los usuarios han priorizado una mayor movilidad a la seguridad que estaba en el chaleco que se usa actualmente.	2H	Igual
2	Que el chaleco no se adapte a los usuarios	Alcance	No se fabriquen chalecos lo suficientemente ergonómicos.	L	2	2L	Haya usuarios a los que no les quede ajustado el chaleco.	Realizar un estudio previo para producir unas tallas y cantidades más adecuadas a las necesidades en las unidades, además de aumentar el número de tallas si fuera necesario para así tener mayor variedad.	1L	Decreciente
3	Que el coste de fabricación sea demasiado elevado	Económico	Que cambie el presupuesto necesario por factores externos.	M	2	2M	Que se tenga que limitar el número de chalecos producidos al no tener capacidad económica suficiente.	Tener un estudio previo del mínimo número de chalecos imprescindible para personal que esté combatiendo para poder cubrir las necesidades básicas y que los proveedores se comprometan a ello.	1M	Decreciente
4	Fallo de proveedores	Adquisición	Que el proveedor no sea capaz de generar las materias primas necesarias.	H	1	1H	Que no existan suficientes proveedores del material específico requerido.	Realizar una lista de proveedores por si falla el principal.	1M	Decreciente
5	Rotura de la suelta rápida	Funcionamiento	Que el material o el estado de la suelta rápida sea deficiente	H	2	2H	Que la suelta rápida del chaleco se rompa y quede suelto de un lateral y sea inoperativo.	Hacer un estudio de los materiales óptimos para lograr ese tipo de enganches con una gran resistencia, realizar controles de los enganches y crear una opción en el chaleco para el caso extremo en el que se rompa para no quedar inoperativo.	1M	Decreciente
6	Que el tiempo de fabricación sea excesivo	Tiempo	Por motivos externos se alarga demasiado el tiempo de fabricación de los chalecos.	M	1	1M	Se generará un descontento generalizado en los usuarios.	Tener previsto planes de contingencia para diferentes tipos de casos en los que el tiempo sería un factor de riesgo contar con un periodo de tiempo más amplio.	1L	Igual
7	Que sea demasiado pesado	Alcance	Que no se realice un estudio óptimo de los materiales	L	2	2L	Que los materiales no cubran la necesidad de ligereza requerida por los usuarios	Realizar un estudio comparativo para encontrar los materiales que consigan una protección adecuada sin dejar de lado la ligereza.	1L	Decreciente



## ANEXO V

# Encuesta "Actualización del equipo de dotación individual de infantería"

### NATURALEZA Y FINALIDAD DE LA ENCUESTA

La encuesta tiene como propósito obtener la opinión y posibles mejoras del equipo de dotación individual de infantería que realizarían sus usuarios. Esta encuesta está dentro del marco de un Trabajo Fin de Grado (TFG) de la titulación de Ingeniería en Organización Industrial, para la escala de oficiales del Ejército de Tierra. Tanto los datos personales como información aquí recogida serán analizados de forma conjunta, garantizando el anonimato estadístico.

### INSTRUCCIONES PARA REALIZAR EL CUESTIONARIO

Responder a TODAS las preguntas siguiendo en todo momento las instrucciones particulares de cada apartado. La encuesta está dividida en cinco apartados de estudio diferentes: chaleco, mochila, armamento y sus complementos, equipo en general y observaciones. Dentro de cada uno de estos apartados, hay preguntas enfocadas a la actualidad y otras a las características deseables. Asimismo, hay dos tipos de respuesta a lo largo de la encuesta, una en la que hay que valorar del 1 al 5 una serie de enunciados, siendo 1 la expresión de mínima satisfacción y 5 la máxima, y otra de respuesta abierta.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN Contacto: DAC. Elena Jiménez Luengo  
[771133@unizar.es](mailto:771133@unizar.es)

\*Obligatorio

### Datos del encuestado

1. Por favor, indique a qué escala pertenece \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Tropa
- Suboficial
- Oficial



2. Indique a qué rango de edad pertenece \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- < 30 años  
 30-45 años  
 > 45 años

3. Indique cuanto tiempo lleva en el Ejército (años / meses) Ej. (3 / 5)= tres años y cinco meses \*

\_\_\_\_\_

4. Indique en cuantas misiones ha estado \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Ninguna  
 1  
 2  
 > 2

**Sobre el chaleco de dotación, valore...**

Se recuerda que 1 es la expresión de mínima satisfacción y 5 la máxima

5. La movilidad que le permite \*

*Marca solo un óvalo.*

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



6. La ligereza \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. La ergonomía y adaptación \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Los materiales con los que está fabricado \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Opción de que posea geolocalización \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



10. Opción de que posea suelta rápida \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sobre la mochila de dotación, valore...

11. Los materiales con los que está fabricada \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Su comodidad \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. La ligereza \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



14. Opción de que pueda cargar aparatos electrónicos con ella \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Opción de que posea una zona estanca para la bolsa de hidratación \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Opción de que posea una zona para calentar la comida \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sobre el armamento y complementos del mismo de dotación, valore...

17. El tamaño del Fusil HK \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



18. Los cargadores \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. Los porta cargadores \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. Opción de que se pudiera llevar en misiones piezas y complementos propios \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sobre el equipo individual en general, valore...

21. Presupuesto destinado en actualizar el equipo individual \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



22. Equilibrio entre comodidad y seguridad \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. Satisfacción con el equipo que le han otorgado en su unidad \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Observaciones**

Aquí podrá desarrollar información sobre cualquier parte del equipo, propuestas de actualización, quejas sobre el mismo, ideas propias, experiencias relevantes...

24. Conclusiones propias \*

---

---

---

---

---

---