



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

Modularización de mochila de Zapadores para  
combatir en Zona Urbanizada.

Autor

CAC Víctor Manuel Gallego García.

Directores

Director académico: D. Fernando Arlettaz Man.  
Director militar: Capitán D. Eduardo Rodríguez De Vallés.

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar  
2020

## **Agradecimientos**

Me gustaría expresar mi más sincero y profundo agradecimiento a todos aquellos que, de alguna forma, me han ayudado a hacer posible la finalización del Trabajo Fin de Grado.

Muy en especial al Capitán D. Eduardo Rodríguez De Vallés y al Dr. D. Fernando Arlettaz Man, por su ayuda y predisposición en todo lo referente a este trabajo.

A los componentes del Regimiento de Ingenieros nº1 donde he desarrollado las prácticas de mando, por su gran recibimiento e interés mostrado en este trabajo. En especial Al Teniente D. Fernando De Cea Oroz, por el tiempo dedicado y por ser un referente durante el tiempo que estuve en las prácticas. No debo de dejar atrás y agradecer a cada uno de los suboficiales que con todo su empeño y dedicación sumaron en este trabajo, Sargento Primero D. Pedro Manuel García Iñigo, Sargento D. Rubén Saiz Gómez, Sargento D. Roberto Benito Martin, Sargento D. Adrián Alonso González.

Por último, agradecer a los Cabos y Soldados de la 3ª Compañía 1ª Sección, por la implicación en las pruebas de rendimiento de los distintos materiales, sin su inestimable colaboración no hubiera sido posible llevarlas a buen término.

## Resumen

### *Modularización de mochila de Zapadores para combatir en Zona Urbanizada*

La mochila modular de Zapadores constituye una herramienta básica para cualquier trabajo en una operación militar. Así mismo, por la variedad en el transporte de material es un elemento indispensable en los equipos de Zapadores dentro de las unidades de maniobra, concretamente en el apoyo a la movilidad dentro de Zona Urbanizada. La importancia de su presencia dentro de los equipos la convierte en un elemento clave de maniobra. Su capacidad en el transporte de material para el apoyo a la movilidad de la fuerza, hacen de la mochila de combate de Zapadores en Zona Urbanizada deba de ser un material táctico capaz, moderno y tecnológicamente innovador.

La actual mochila de Zapadores dista de lo que debería ser, ya que no se ajusta a las necesidades en las operaciones por su obsolescencia, tanto si, nos referimos al geotextil como al continente, aparte de necesitar medios tecnológicos implementados en ella por el tipo de entorno en la que la vamos a utilizar.

Con estas condiciones, el proyecto de buscar en el mercado una mochila con unas condiciones y características apropiadas, un continente de material acorde a las necesidades actuales y la implementación tecnológica puede resultar muy interesante para optimizar el trabajo del Zapador. Partiendo de un estudio de los medios que se dispone y siguiendo una metodología basada en estudios comparativos, recogida de información y posteriormente valoración de la misma, obtendremos unos resultados mediante herramientas de análisis que se desarrollaran más adelante, tanto en la búsqueda de la mochila, su material y su implemento tecnológico.

La importancia y el interés de este proyecto radica en que, a partir de la mochila de Zapadores configurada en el trabajo, se puedan seguir configurando nuevas mochilas e implementándolas con nuevos materiales para los futuros equipos de Zapadores, complementando todos ellos en las futuras necesidades del Ejército.

## **Abstract**

### *Modularization of sapper backpack to fight in urbanized area*

The Sapper modular backpack is a basic tool for any job in a military operation. Likewise, due to the variety in the transport of material, it is an essential element in Sappers' equipment within the maneuvering units, specifically in supporting mobility within urbanized areas. The importance of its presence within the teams makes it a key element of maneuvering. Its capacity to transport material to support the mobility of the force, make the Sappers combat backpack in urbanized areas must be a capable, modern and technologically innovative tactical material.

The current Sapper backpack is far from what it should be, since it does not meet the needs in operations due to its obsolescence, whether we refer to the geotextile or the container, apart from needing technological means implemented in it due to the type of environment in which we are going to use it.

With these conditions, the project of looking in the market for a backpack with appropriate conditions and characteristics, a container of material according to current needs and the technological implementation, can be very interesting to optimize the work of the Sapper. Starting from a study of the available means and following a methodology based on comparative studies, collecting information and subsequently evaluating it, we will obtain results through analysis tools that will be developed later, both in the search for the backpack, its material and its technological implement.

The importance and interest of this project lies in the fact that from the Sappers backpack configured at work, new backpacks can be configured and implemented with new materials for future Sappers teams, complementing all of them in the future needs of the Army.

# Índice

Agradecimientos.....	2
Resumen.....	3
Abstract.....	4
Índice de anexos.....	6
Índice de figuras e imágenes.....	7
Índice de tablas.....	8
Índice de abreviaturas.....	9
<b>1. Introducción.....</b>	<b>10</b>
1.1. Ámbitos de aplicación.....	10
1.2 Interés del trabajo para el Ejército.....	11
1.3 Objetivo y alcance del proyecto.....	12
<b>2. Estado de la cuestión.....</b>	<b>12</b>
2.1 Conceptos previos.....	12
2.2 Misiones de los Ingenieros.....	13
2.3 Apoyo a la movilidad.....	14
2.4 Combate en zona urbaniza (CZURB).....	14
2.5 La sección de Zapadores en CZURB.....	15
2.6 Los materiales de trabajo en contexto urbano.....	18
2.7 Aspectos técnicos.....	18
<b>3. Metodología.....</b>	<b>19</b>
3.1. Recopilación de información documentada.....	19
3.2. Encuesta a usuarios potenciales.....	19
3.3. Pruebas de rendimientos reales en mochila modular.....	20
<b>4. Resultados y análisis.....</b>	<b>21</b>
4.1 Información documentada, Análisis DAFO.....	21
4.2 Resultados y análisis de la encuesta.....	22
4.3 Resultados en cuanto a la modularización de la mochila mediante Radar-Chart.....	23
4.4 Resultado en cuanto a la implementación tecnológica mediante Radar-Chart.....	25
<b>5. Conclusiones.....</b>	<b>30</b>
<b>6. Líneas futuras.....</b>	<b>31</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>33</b>

## **Índice de anexos**

ANEXO A - Encuesta comparativa sobre mochilas modulares.

## **Índice de figuras e imágenes**

Figura 4.1: Histograma de encuesta.

Figura 4.2: Radar-Chart de modelos superpuestos (mochilas).

Figura 4.3: Radar-Chart de modelos superpuestos (cámaras).

Imagen 1: Mochila obsoleta.

Imagen 2: Prueba de rendimiento.

Imagen 3: Endoscopio.

Imagen 4: Materiales diversos.

## **Índice de tablas**

Tabla 4.1: Características de las mochilas (pág. 24).

Tabla 4.2: Características de las cámaras (pág. 27).



## Índice de abreviaturas

AGM : Academia General Militar.

CZURB: Combate Zona Urbanizada.

DUT: Terreno Densamente Poblado.

ET: Ejercito de Tierra.

FAS: Fuerzas Armadas.

FZ2035: Fuerza2035.

IPB: Campo de Batalla.

L: Litros.

MAH: Mili Amperio-Hora.

mm: Milímetro.

Mp: Mega Pixel.

Pág: Página.

RING-1: Regimiento de Ingenieros nº1.

SA: Reconocimiento de situación.

VCZ: Vehículo Combate Zapadores.

ZU: Zona Urbanizada.

# 1. Introducción

La presente investigación presenta una propuesta de modularización de la mochila de Zapadores para combatir en Zona Urbanizada. La mochila es fundamental en la actividad de Zapadores ya que del material que contiene depende el éxito o el fracaso del trabajo.

## 1.1. Ámbitos de aplicación.

La preparación de los Zapadores debe de evolucionar al mismo tiempo o adelantarse a los acontecimientos en el ámbito de la seguridad siempre que sea posible, la clave para ello es un aumento de esfuerzos en la investigación prospectiva, para responder a los nuevos cambios con eficacia, introduciendo todos ellos oportunamente en la organización, equipamiento y adiestramiento dentro de las distintas Unidades de Combate.

Por todo esto los Zapadores deben llevar a acabo minuciosos estudios de futuros entornos, que permitan un diseño ideal de fuerza acorde con los objetivos a alcanzar en el corto, medio y largo plazo. No ser conscientes de que el estudio y la investigación de nuevos escenarios distaría de manera divergente con la realidad de la situación y se perdería el criterio sobre el Ejército de mañana, como la coherencia de los esfuerzos de investigación y desarrollos tecnológicos.

Uno de los estudios en los que está trabajando la dirección de investigación del mando de adiestramiento y doctrina son los escenarios urbanos densamente poblados, ya que uno de los efectos más transformadores del presente siglo es la urbanización y la litoralización de la población, cito textualmente “se estima que dentro de unos años prácticamente dos tercios de la población vivirá en grandes ciudades”<sup>1</sup> y de ella, la inmensa mayoría vivirá en barrios marginales donde los recursos y servicios será un problema de acceso para ellos, además de no disponer de un planeamiento urbanístico adecuado. Este incremento de la urbanización se prevé que se produzca en los dos continentes más problemáticos actualmente, como son, África y Asia, fundamentalmente por dos tendencias: el cambio climático, que provocará la migración desde zonas con escasez de agua, de alimento y de oportunidades laborales, y la explosión demográfica.

Las ciudades serán más complejas física, cultural e institucionalmente, por lo tanto el combate en Zona Urbanizada deberá adaptarse y completarse de los medios adecuados por el aumento de las problemáticas. Además de estas variables se uniría el factor tecnológico, ya que unas estarán dotadas de medios tecnológicos difíciles de controlar y otras más retrasadas con conflictos sociales difícilmente de contener para la seguridad de la misma.

Como consecuencia, se generaran zonas urbanas densamente pobladas en áreas de desarrollo, normalmente próximas al litoral, con importantes desigualdades sociales, deficiente gobernanza, competencia por los recursos y necesidades de infraestructura. Probablemente con estos factores se creará un entorno tan diverso que el combate en esta zona sea un verdadero reto para nuestros Zapadores, no solo con amplios conocimientos específicos en sus cometidos sino también en la sofisticación de la tecnología que deberán estar dotados para realizar sus trabajos, no debemos de olvidar

---

<sup>1</sup> Mando de Adiestramiento y doctrina (2018), entorno operativo terrestre futuro 2035.

que los Zapadores forman parte de no solo del combate, sino de la especificidad del mismo.

Estos nuevos entornos se convertirán en lo denominado sistema de sistemas, por ejemplo el “sistema ciudad”, que es con el cual vamos a trabajar directamente, compuesto por diferentes subsistemas, uno de ellos el subsistema físico, referenciado al terreno y su configuración, el subsistema social, compuesto por los diferentes grupos étnicos y sus variables mediante los grupos humanos, y el subsistema funcional, que se refiere a la amplia variedad tecnológica y a la infraestructura del mismo, y por último el subsistema de información. Serán entornos de difícil comprensión, con características y complejidades singulares, disputados por actores de diferente naturaleza, incluyendo redes políticas, ideológicas o de crimen organizado y estarán interconectados entre sí. Como se puede observar, en el combate futuro, se contemplan otro tipo de factores a parte de los conocidos en la actualidad.

El sistema ciudad se convertirá en un entorno muy complejo, idóneo para el adversario, ya que uno de los grandes factores en el combate es el gran conocimiento del terreno, que restringe la maniobra de las fuerzas propias, a parte de las ventajas de tener el apoyo popular y la cobertura que podría ofrecer.

Unas de las características de este entorno urbanizado son:

- La morfología de las ciudades es un entorno cambiante, específico de cada ciudad, con edificaciones diversas y distintas posibilidades de movilidad, normalmente reducidas.
- Los espacios físicos restringen movimientos propios y la libertad de acción.
- El combate será en lugares con un espacio reducido. Dificultando la orientación y el conocimiento de la propia situación.
- En muchos momentos el adversario, conocedor del terreno, podrá controlar grandes áreas de terreno mediante tecnología. Así mismo, los Ejércitos occidentales podrán ver reducidas sus capacidades militares tecnológicamente avanzadas en este ambiente, incluso frente a actores no estatales.
- La población como apoyo general a células insurgentes, también las críticas sociales y las demandas de mayores limitaciones en la fuerza afectan de manera directa en las operaciones.
- Las escaramuzas serán asimétricas e irregulares.

## **1.2 Interés del trabajo para el Ejército.**

La finalidad de este trabajo es mejorar las condiciones en el cumplimiento de la misión dentro de un ambiente urbanizado, donde los combatientes de la especialidad fundamental de Ingenieros, concretamente lo respectivo a Zapadores, puedan desarrollar sus cometidos de manera más eficiente y por ende al interés general del Ejército, al cual le interesa la eficiencia en el desarrollo de sus cometidos.

Para ello se implementaran con materiales ya conocidos y con nuevos medios las mochilas de Zapadores para el combate en zonas urbanizadas de las que está dotado el Ejército, además de las innovaciones en medios tecnológicos, se mejorarán los actuales y se complementarán con otros nuevos, cubriendo en un amplio espectro las posibilidades de los trabajos propios del Zapador.

Dentro de estos futuros escenarios analizados en el concepto de Fuerza 2035 (FZ2035)<sup>2</sup>, las misiones de las unidades de Zapadores adquieren una especial relevancia, debido a la utilidad de sus procedimientos y la importancia de sus misiones

---

<sup>2</sup> Entorno operativo terrestre futuro 2035 (2018), Mando de Adiestramiento y Doctrina, Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales.

de acompañamiento a las unidades de maniobra, en aras de facilitar su movilidad, protección y contramovilidad de las unidades enemigas.

### **1.3 Objetivo y alcance del proyecto.**

Como se viene desarrollando, el objetivo principal del trabajo consiste en estudiar los medios de los que están dotados los Zapadores en las mochilas configuradas para el combate urbanizado, para una vez estudiadas, ver mediante documentación y lecciones aprendidas las posibles vulnerabilidades de las mismas y la posible mejora, ya bien sea mediante material más actualizado o implementando con nueva tecnología acorde a la nueva situación, incluso mejorando para ciertos trabajos propios que se prevén para el futuro.

El proyecto contará con opiniones y experiencias del personal que ha manipulado el material que transporta la mochila en zona de operaciones, además de analizar características técnicas de la misma, ya bien sea el peso, la comodidad en el transporte y el volumen, factores que pueden ser determinantes en la nueva configuración. El Zapador debe estar cómodo en la medida de lo posible para la manipulación de la misma, por eso son tan importantes las lecciones aprendidas y la opinión del personal vertido en este trabajo.

En primer lugar, el alcance del proyecto consistirá en la búsqueda de las empresas del sector que puedan dotarnos de las mejores mochilas, comparando las mismas y analizando mediante herramientas las que mejores características tengan para el uso específico de Zapadores.

En segundo lugar obtendremos mediante encuesta el material de trabajo con el que se deba de componer la mochila, en tercer lugar y último, implementaremos mediante innovación tecnológica la misma, la búsqueda de esta tecnología se sacará en la información obtenida en la encuesta, ya que los encuestados serán usuarios potenciales de la misma.

## **2. Estado de la cuestión**

### **2.1 Conceptos previos.**

Zapadores es por excelencia la especialidad del trabajo técnico y por ende especializado. Sus características esenciales son la coordinación técnica y la flexibilidad en la organización de sus acciones. Pilar fundamental en la formación técnica y científica, el espíritu de sacrificio, la iniciativa, la tenacidad y la lealtad son las cualidades tradicionales de los Ingenieros.

Las Unidades de Zapadores, y en este trabajo en cuestión, son unidades de apoyo al combate, que permiten incrementar o complementar la capacidad de combate de las unidades, favorecer la maniobra propia y dificultar la del enemigo con acciones conducentes y veloces para modificar las condiciones del terreno y edificaciones en el caso urbanizado realizando cometidos de apoyo a la movilidad, contramovilidad y protección.

También contribuyen a crear la infraestructura táctica necesaria, a proteger a las fuerzas propias construyendo y preparando obras de fortificación y a mantener o crear la infraestructura necesaria para la proyección y el sostenimiento de la fuerza; estas tareas constituyen las actividades de apoyo general de Ingenieros, este tipo de trabajos no están contemplados en el trabajo, ya que nos centraremos en el apoyo a la movilidad.

Asimismo, son especialmente aptas para ser empleadas en operaciones de apoyo a la paz, además de en acciones de apoyo a autoridades civiles en territorio nacional y ante cualquier tipo de catástrofe.

Para desarrollar sus cometidos, los Ingenieros se organizan orgánicamente en Unidades de Zapadores y Unidades de Especialidades.

Las Unidades de Zapadores, están equipadas con medios para la ejecución de sus cometidos por procedimientos expeditivos, realizando principalmente misiones de apoyo a la movilidad, contramovilidad y protección.

Las Unidades de Especialidades, están equipadas con medios específicos para la ejecución de sus cometidos por procedimientos técnicos, realizando principalmente actividades de Apoyo General de Ingenieros.

Concretamente, como hemos expuesto anteriormente, en el trabajo nos centraremos en las Unidades de Zapadores, más específicamente en unidades tipo Sección con sus equipos de trabajo bien configurados que irían integradas dentro de unidades de entidad superior, Los Zapadores van integrados dentro de Unidades de Combate.

## **2.2 Misiones de los Ingenieros.**

Los ingenieros realizan en el cumplimiento de sus cometidos actividades correspondientes a varias funciones de combate.

De todas las funciones de combate, es dentro de maniobra y protección donde más importancia tiene las actividades realizadas por las unidades de ingenieros. Estas son principalmente las actividades de apoyo a la movilidad, contramovilidad y protección, tendentes a favorecer el movimiento de los medios propios y a dificultar el del enemigo, así como para mantener la capacidad de las fuerzas propias para cumplir la misión.

Además de las actividades anteriores, los ingenieros desarrollan otros cometidos en función de las diferentes capacidades que tienen sus unidades, englobados dentro del apoyo general de ingenieros considerando este el conjunto de actividades que permiten mantener, adecuar y, en su caso crear, la infraestructura necesaria para la proyección y sostenimiento de la fuerza en el teatro de operaciones.

Respecto a las operaciones, será la correspondiente jefatura de Ingenieros la que realizará el planeamiento, la coordinación y la dirección técnica de las acciones derivadas para atender a las necesidades de infraestructura (principalmente en beneficio de la función logística infraestructura y obras), cuya ejecución le corresponderá en su caso a las unidades de Ingenieros.

Entre todas las misiones de ingenieros destacarían las siguientes<sup>3</sup>:

- Apoyo a la movilidad.
- Apoyo a la contramovilidad.
- Apoyo a la protección.
- Apoyo general de ingenieros.

Dentro del combate urbanizado las acciones de movilidad adquieren una especial relevancia. El poder progresar de manera segura al fuego enemigo y en un ambiente de amenazas explosivas hace imprescindible las aportaciones de Zapadores. Aunque se pudiera trabajar para la confección de otras mochilas para cubrir los

---

<sup>3</sup> Departamento de ciencia Militar, Táctica y Logística de Ingenieros, curso 2019-2020 AGM.

diferentes trabajos que tienen las Unidades de Zapadores, este trabajo se centrará en la mochila de Zapadores en Zona Urbanizada de apoyo a la movilidad, por tanto, se estima preciso concretar únicamente dicho apoyo, explicándolo en el siguiente apartado.

### **2.3 Apoyo a la movilidad.**

Dentro de las misiones de Zapadores el citado trabajo se centrará en la de apoyo a la movilidad, dando una pincelada general en este apartado sobre dicho concepto.

Se entiende como apoyo a la movilidad al conjunto de actividades orientadas a facilitar el movimiento de las fuerzas propias a la velocidad precisa para llegar en el momento oportuno al lugar conveniente, en condiciones de cumplir su misión (las Fuerzas de Combate necesitan maniobrar con rapidez y libertad). La movilidad es necesaria para llevar a cabo todos los movimientos tácticos (en este campo es donde se encuadraría el CZURB) y logísticos, concentrar esfuerzos y desplegar rápidamente, tanto para llegar al contacto con el enemigo como para romperlo. Una mayor movilidad puede compensar la inferioridad numérica.

Los cometidos principales de Zapadores en apoyo de la movilidad son<sup>4</sup>:

- Paso de cortaduras: incluyendo las cortaduras sin agua y el paso de cursos con agua.
- Acciones contraobstáculos: detección, reconocimiento, señalización, desbordamiento, apertura de brechas y/o eliminación progresiva de todo tipo de obstáculos, tanto activos como pasivos.
- Comunicaciones: mantenimiento y rehabilitación de los itinerarios necesarios para los movimientos tácticos.
- Apoyo a los elementos aéreos avanzados: construcción, reparación y mantenimiento de pistas de aterrizaje en vanguardia y la preparación de zonas de aterrizaje y puntos de reabastecimiento avanzado.
- Gestión de la amenaza explosiva: cometidos relacionados con la mitigación del riesgo de artefactos explosivos, reglamentarios o improvisados, en las fuerzas propias.
- Limpieza de rutas: cometido que, junto a otros cometidos de apoyo a la movilidad, permite conseguir y además mantener la libertad de movimiento.
- Búsqueda militar: En ambiente diurno y nocturno, además de trabajar en ambiente de poca visibilidad.
- Reconocimientos de Ingenieros: posibles amenazas.

Con todos estos cometidos y con la dificultad añadida del combate en población, la confección y distribución con sus diferentes implementos de la mochila modular de Zapadores termina siendo un material indispensable para las acciones a realizar por dicha unidad, cada Sección y concretamente cada equipo llevaría una en función de sus trabajos.

### **2.4 Combate en zona urbaniza (CZURB).**

Los estudios de futuro de los países de referencia y los del propio ET, coinciden en señalar a la población como un objetivo estratégico en los conflictos del futuro, bien

---

<sup>4</sup> Departamento de ciencia Militar, Táctica y Logística de Ingenieros, curso 2019-2020 AGM.

en el mismo teatro de las operaciones o bien como audiencia con la capacidad de emitir Juicio sobre el desarrollo de las operaciones casi en tiempo real.

Desde el año 2003 el ET ha contado con publicaciones relativas al combate en el Medio urbano. En concreto, la publicación OR7-023 Orientaciones “Combate en zonas Urbanizadas” era un documento muy válido y completo que orientaba el empleo eficaz de nuestras unidades en todo tipo de zonas urbanizadas.

Posteriormente, la aprobación de publicaciones nacionales de nivel superior, la ratificación del STANAG 6509 Urban Tactics ATP-99 A y las Lecciones Aprendidas de los combates en Grovny, Faluya o Mosul, entre otros, hicieron necesaria la elaboración de la publicación de PD4-021 “Táctica de empleo de las pequeñas unidades en el ambiente urbano” que entró en vigor el 11 de enero de 2018<sup>5</sup>.

Con estas lecciones aprendidas se llega a la conclusión de que las operaciones de combate urbanizado deben contener las capacidades que permitan llevar a cabo acciones ofensivas y defensivas de alta intensidad orientadas tanto al terreno como a la neutralización de las fuerzas hostiles, en el marco de las pequeñas unidades. Los espacios urbanos deben identificarse como tremendamente complejos y adelanta que se exigirá a las fuerzas militares un empleo ponderado de la fuerza, aplicando en cada momento y lugar la necesaria para reconducir la situación hacia los estados lo más próximos posibles a la paz, evitando situaciones intermedias y con permanente atención a los posibles daños colaterales que puedan ocasionar, siempre teniendo en cuenta las leyes y usos de la guerra.

Las operaciones militares en DUT (terreno urbano densamente poblado) se basarán en la capacidad de actuar en tres tareas esenciales. Primera, el aislamiento multiámbito (no solo en el aspecto físico, sino dentro de lo posible en el cognitivo) de un área urbana para controlar los cuatro subsistemas. Segunda, la penetración del límite exterior organizado y las estructuras internas de un área urbana. Tercera, la capacidad de ganar y mantener el contacto con el enemigo una vez dentro de una ciudad. Aunque el enfrentamiento táctico efectivo es un aspecto importante de estas tareas, las acciones operacionales y estratégicas (coordinación de fuegos letales y no letales de largo alcance, realización de operaciones en el ámbito de la información, operaciones de configuración del espacio de batalla y la preparación de inteligencia del campo de batalla (IPB), entre otras) son elementos necesarios para alcanzar los objetivos.

Para afrontar las operaciones, la fuerza terrestre, como parte de la fuerza conjunta, debe tener en cuenta una serie de retos, entre ellos, acondicionar a las unidades combatientes con una serie de medios que favorezcan al desarrollo de los trabajos a desarrollar, en nuestro caso a las unidades de ingenieros.

## **2.5 La sección de Zapadores en CZURB.**

La Sección de Zapadores es la unidad elemental de combate, puede ser descentralizada en sus cometidos, pero el mando debe de ser único, estas unidades deberán prestar el apoyo necesario a las unidades de maniobra para su movilidad en Zona Urbanizada.

Normalmente contará para ello con medios mecanizados, embarca en un vehículo tipo TOA/VCZ<sup>6</sup>, que constituyen el elemento más importante de transporte,

---

<sup>5</sup> Entorno operativo terrestre futuro 2035 (2018), Mando de Adiestramiento y Doctrina, Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales.

<sup>6</sup> Mando de Adiestramiento y Doctrina, (1994). MI4-401 Sección de Zapadores Mecanizada, Ministerio de Defensa.

combate y trabajo de que disponen, porque, además de integrarse en los despliegues de las unidades apoyadas, determinan sus características y condicionan los procedimientos.

Para ello, es imprescindible para toda Sección de Zapadores el empleo de estos medios mecanizados como paso previo a cualquier trabajo específico de Zapadores.

Esta tarea es prácticamente igual a la que deben de desarrollarse en las demás unidades de maniobra, con la diferencia de que, los Zapadores, además de moverse y combatir con sus vehículos, trabajan con ellos.

La sección de Zapadores ira integrada dentro del despliegue y será responsabilidad de su jefe los movimientos a adoptar dentro del mismo, así como sus procedimientos de avance a emplear en cada ocasión, para lo cual tendrá a considerar los siguientes condicionantes.

- Posibilidad de encuentro con el enemigo.
- Características del terreno.
- Necesidad de realización del movimiento con mayor o menos celeridad.
- Trabajos a realizar que motiva la realización del movimiento.

Como se ha venido explicando, la Sección de Zapadores debe de ir perfectamente integrada en el despliegue, además, el apoyo a las Unidades de Combate requiere también de distintos cometidos dentro de la unidad de Zapadores para la progresión en Zona Urbanizada dentro de edificaciones u otros obstáculos que se pueden encontrar dentro de una ciudad.

Para dichas progresiones se requerirán de unos trabajos previos, como por ejemplo, búsqueda de trampeado dentro de edificaciones, apertura de puertas y ventanas o incluso, realizar butrones dentro de la misma. Solo se desembarcará del vehículo en los trabajos que sean estrictamente necesarios, ya que el personal quedaría muy expuesto, de ahí la importancia de llevar una mochila de Zapadores preparada con material necesario y bien configurada para realizar la misión con celeridad y agilidad.

Este tipo de progresiones pueden tener alguna de estas características, además de otras específicas no contempladas en las generales:

- Normalmente estos trabajos se realizaran en lugares interiores y con capacidad de movimiento reducida.
- El contacto visual es reducido, por tanto la coordinación en el trabajo debe ser exhaustiva en su preparación.
- La fragilidad de la edificación puede ser un inconveniente en los trabajos a realizar.
- No solo los trabajos serán en sentido horizontal, algunos de ellos pueden ser en sentido vertical con su correspondiente dificultad añadida.
- La seguridad dentro de los trabajos es lo fundamental, pero en algunas ocasiones puede primar la velocidad, ya que la sorpresa es uno de los aspectos a tener en cuenta dentro de este tipo de combate.

Los métodos de trabajo en Zona Urbanizada distan por su complejidad de los métodos de combate convencional. Así pues, los métodos y procedimientos en una edificación se pueden clasificar atendiendo al material y la técnica a emplear. Se pueden clasificar en:

- Método balístico: Puede ser realizado por cualquier unidad que cuente con el material requerido, el procedimiento más habitual es el empleo de una escopeta, actuando en cerraduras o bisagras de puertas o bien en ventanas, también se pueden utilizar métodos más tradicionales como granadas proyectables.



Este método es seguro ya que los datos colaterales de una escopeta son menores respecto a otros métodos, además los esfuerzos son bastante fáciles de reiterar. Sin embargo, como inconveniente tiene los posibles daños estructurales en la edificación, sobre todo si el impacto se realiza a cierta distancia y con grandes calibres, ya que la carga tiene un gran radio de proyección. No es viable en ciertos trabajos.

- Método explosivo: Mediante el empleo de distintas cargas explosivas conformadas para trabajos específicos o de interés general.

Como ventaja tiene la rapidez y la eficiencia, pero como inconveniente tiene la falta de posibles cálculos iniciales para conformar la misma y la problemática estructural de la edificación, normalmente no se disponen de cálculos para saber el estado de la misma.

- Métodos mecánicos: Herramientas polivalentes y sencillas, para realizar una apertura generalmente en proximidad, mediante el accionamiento mecánico o hidráulico.

Como principal ventaja tiene su polivalencia y su poco riesgo de causar daños colaterales y a las estructuras.

Como desventajas, suele estar limitado a apertura de puertas, ventanas o tabiques de poco espesor. Además, suele ser un peso y volumen elevado para la unidad que debe de progresar con ellos, siendo generalmente métodos bastante lentos.

Entre la herramienta mecánica a emplear destacan las almádenas, cizallas, radiales de batería, arietes, “Hooligan Tool”, herramienta hidráulica diversa (material de excarcelación), Las lanzas térmicas si bien no emplean la mecánica para realizar las aperturas (sino una fuente de calor) también se incluyen aquí a modo de clasificación.

Podrán ser empleados para perfeccionar las aperturas realizadas mediante métodos explosivos.

Una vez expuestos los trabajos a realizar y el posible material a dotar a la unidad que realiza los mismos, se conformarían los equipos para las tareas encomendadas a la movilidad de la unidad.

La organización operativa estaría basada en tres equipos funcionales, estos equipos serían los siguientes:

- Equipo de reconocimiento y marcaje:
  - Enlazar con la unidad de maniobra.
  - Reconocimiento de lugar para obtener información acerca del material y espesor.
  - Marcar el lugar a realizar el trabajo.
- Equipo de apertura y cargas:
  - Realizar el trabajo por el método que ellos mismos determinen.
  - Colocar las cargas mediante procedimiento explosivo.
  - Dar fuego a las cargas.
  - Determinar el estado de la nueva situación y si fuera preciso, reiterar esfuerzos.
- Equipo de apoyo y evaluación:
  - Reconocer los efectos del trabajo.
  - Ensanchar butrones si fuera necesario.
  - Apoyar al equipo de apertura y cargas en caso de ser necesario.

## 2.6 Los materiales de trabajo en contexto urbano.

Como se ha venido exponiendo en anteriores apartados, el combate en Zona Urbanizada requiere de medios muy específicos y a la vez técnicos, debido a los escenarios cambiantes que vamos a encontrar a lo largo de un amplio espectro de tiempo.

Con frecuencia el material a utilizar y sobre todo como transportarlo es una de las más importantes variables con las que todo planeamiento debe de contar.

El transporte de material de los equipos de trabajo es uno de los retos más importantes con los que cuanta el ET, ya que en muchos de los casos el Ejército dispone de mochilas obsoletas, difíciles de transportar y con una modularidad no acorde al combate actual, o incluso, no dispone de mochilas específicas para alguno de los equipos de trabajo mencionados anteriormente.



*Imagen 1: Mochila obsoleta*

## 2.7 Aspectos técnicos.

Entre los problemas que se pueden mejorar, es fundamental mencionar que algunos de los equipos de trabajo no disponen de su propia mochila. La solución parece enormemente difícil si utilizamos las mochilas de transporte hoy disponibles en la FAS, ya que su modularidad es deficiente para el diverso material que debe de disponer el equipo de Zapadores.

El equipo de apertura y cargas no precisa de una mochila específica para sus cometidos dentro de los equipos ya que su material no es tan diverso y específico como el equipo de reconocimiento y marcaje.

Por tanto se buscará una mochila modularizada para el equipo de reconocimiento y marcaje, con unas características adecuadas para su trabajo específico.

Por su diversidad en el material y en algunos casos difícil de transportar, se deberá tener en cuenta que la mochila debe ser apta para ser transportada por el combatiente en Zona Urbanizada cuando así lo requiera la situación, ya que en algunos casos no podremos tener apoyo de ningún vehículo de transporte de material.

La versatilidad de las acciones nos hace pensar en una mochila modular que pueda transportar material debe ser versátil y de fácil acceso para el combatiente,

además de ser cómoda para no interferir en el trabajo del Zapador, esta última premisa es en la que trabajaremos más concienzudamente a lo largo del trabajo.

### **3. Metodología**

La metodología seguida a lo largo de todo el estudio comparativo, ha intentado mantener una línea simple y sin duplicidades, para así tener de manera aclaratoria cual debería de ser la mochila modular más adecuada, marcando una serie de pasos y fases que permitan conseguir el objetivo buscado.

La fase de documentación contiene varias etapas y en el orden que se indica a continuación.

#### **3.1. Recopilación de información documentada.**

La recopilación de información para un análisis fiable acerca de los materiales a transportar y la propia mochila modular nos acercó a limitar el trabajo hacia la búsqueda de una mochila específica de Zapadores y a unas posibles implementaciones tecnológicas tan importantes para proyectos futuros. Dos han sido los motivos que han motivado a tomar esta decisión.

Primero, La necesidad de tener una mochila específica de Zapadores, ya que se han observado algunas configuraciones pero ninguna específica, por tanto se buscó mediante comparación una mochila modular en las marcas de referencia en el mercado (Miltec, Tasmania Tiger y warrior assault). Para ello se buscó la ficha técnica de las mochilas para encontrar la que más se adecuó, se fijó aspectos como, volumen de la propia mochila, posible peso que pudiera transportar y comodidad. Segundo, es el tener un punto de partida claro para empezar a modular el material que se puede transportar y sus posibles implementaciones, de nada serviría saber el material que necesita el equipo de reconocimiento y marcaje sino se puede transportar de manera eficiente.

Después de ello y mediante fuentes abiertas con la experiencia de uso de material en Zona de operaciones, se contrastaron los diferentes materiales de los que debía de contener la mochila modular, no centralizados pero si conocidos, se entiende que nadie mejor que fuentes abiertas con experiencia pueden saber cuáles son los elementos que debe de contener, además de estos, se intentó dar un paso más hacia trabajos futuros, donde la tecnología puede hacer el trabajo más sencillo, mediante la innovación de una cámara rugerizada, el término “rugerizado” implica que debe resistir a posibles daños físicos, en este caso de la cámara, no obstante este concepto se explicará más detalladamente en unas páginas posteriores del trabajo (pág. 27) , esta nos dará una idea más exacta a tiempo real de la situación y por ende un mejor criterio en la toma de decisiones.

A partir de la información obtenida en este apartado, se confeccionara un análisis DAFO para analizar las fortalezas y debilidades del sistema, y sus amenazas y oportunidades del mismo.

#### **3.2. Encuesta a usuarios potenciales.**

En cada proyecto de innovación, puede ser interesante valorar y tener en cuenta a los usuarios del mismo, los llamados stakeholders, es decir, las partes involucradas en cualquier fase o aspecto de dicho proyecto. En este caso, se ha valorado la opinión de usuarios y jefes de equipo, ya que su experiencia y empleo de material está ampliamente contrastado en zonas de operaciones. Estas opiniones pueden considerarse como

opiniones de expertos en la materia, ya que ellos tienen contacto directo tanto con la mochila en Zona Urbanizada como los materiales necesarios a implementar.

Para ello se ha confeccionado un cuestionario con múltiples preguntas a rellenar por potenciales usuarios, dichas preguntas se pueden consultar en anexo A.

La encuesta va a constar de tres apartados bien diferenciados, ya que se van a tener en cuenta unos factores fundamentales, estos van a ser:

- Apartado 1: Acerca de la mochila, fundamentalmente comodidad en el transporte y en la manipulación de la misma.
- Apartado 2: Acerca del material, necesidad de conocer el material específico del que debe de ser dotado para sus cometidos.
- Apartado 3: Acerca de tecnología, posible implementación de material tecnológico.

Otros factores a considerar de la encuesta:

- Objetivo de la encuesta: El objetivo de la encuesta es tener una visión general de la situación actual y las opiniones al respecto.
- Tamaño de la muestra: se pretende tener un tamaño de muestra representativo y elevado, ya que se cree que un tamaño de muestra mayor nos acercaría a la realidad de las verdaderas necesidades, un número aproximado de 15 individuos da la precisión oportuna al trabajo, las encuestas se realizaron al personal del RING-1 destinado en la sección de reconocimiento.
- Homogeneidad de la muestra: Todos los individuos pertenecen a la misma unidad, independientemente de su rango y escala, valorando así mismo con el mismo peso las opiniones vertidas en las encuestas, se considera importante que aunque el puesto táctico sea distinto las experiencias de cada individuo sea igual de importante.

La encuesta permitirá obtener datos mixtos, es decir, entre las cuestiones habrá partes cualitativas y otras cuantitativas, además de preguntas abiertas, donde el encuestado pudiera expresar ciertas informaciones que no reflejara la encuesta o se hubiera pasado por alto y el usuario considera importante.

### **3.3. Pruebas de rendimientos reales en mochila modular.**

Todo proyecto debe de cumplir todas las fases, inicialmente cuanta con unos rendimientos teóricos de manual de acuerdo con las prácticas y pruebas que llevan a cabo tanto la empresa ejecutora del proyecto como el propio Ejército en las fases de desarrollo, fabricación y adquisición del producto. Además de todo esto, en el Ejército concretamente, debemos de tener muy en cuenta que los materiales deben de ser de alto rendimiento ya que deben de soportar un estrés por encima de lo previsto por el sobreesfuerzo a los que pueden llegar a ser empleados, en el caso de la mochila, aparte de los rendimientos teóricos debemos de realizar pruebas a nivel práctico.

Estas pruebas consistieron, en el caso de las mochilas seleccionadas, en el transporte de la misma con todo el material cargado durante 2 horas, en este periodo de tiempo se hicieron diferentes experimentos.

Primero, se probó la resistencia de sus asas de transporte mediante tracciones en una de ellas en diferentes ángulos y direcciones, posteriormente se realizó la misma operación con otras asas secundarias que dispone la mochila, como por ejemplo el ventral.



*Imagen 2: Prueba de rendimiento*

Segundo, este tipo de mochila se necesita para trabajos específicos en combate urbanizado por tanto debemos de probar la resistencia del geotextil a sufrir cortes, rallado y raspado del mismo, ya que normalmente las edificaciones dispondrán de elementos que puedan erosionar dicho material.

Tercero, se preguntó al personal que transportaba la mochila sobre la comodidad de la misma y el acceso a los diferentes módulos.

Cuarto, después de realizar la marcha se comprobó de forma visual cualquier desperfecto de la misma que pudiese haber sido producido durante el itinerario.

## **4. Resultados y análisis**

En este apartado trataremos las distintas informaciones que se han venido investigando a lo largo del trabajo, se hará un recorrido inicial sobre la misma, se detectarán las necesidades y se trabajara para mejorar e implementar el proyecto mediante herramientas de análisis, se buscará la mejor mochila modular para dotarla con los medios necesarios y por ultimo encontrar la innovación tecnológica tan necesaria para el combate urbanizado.

### **4.1 Información documentada, Análisis DAFO.**

Después de la fase de investigación y documentación, se empezó a clasificar la información en función de las prioridades del diseño de la mochila modular y sus posibles implementaciones, para ello usamos la herramienta de análisis DAFO ya que ayuda a establecer las estrategias para que éste sea viable.

Este análisis se divide en dos partes:

- Análisis interno (fortalezas y debilidades), donde se analiza la situación en el que están las FAS con sus fortalezas y debilidades.

- Análisis externo (Amenazas y oportunidades), donde se analiza la situación del mundo exterior y deberían las FAS tenerlas en cuenta.

El resulta final de esta investigación se resume en la siguiente tabla:

<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependencia de los medios mecanizados.</li> <li>• Obsolescencia de material.</li> <li>• Necesidad de nuevas implementaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas para identificar enemigo en zona urbana.</li> <li>• Nuevos métodos de combate del enemigo asimétrico.</li> </ul>
<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amplia experiencia en zonas urbanas.</li> <li>• Rápida capacidad de adaptación en el medio operativo.</li> <li>• Potente know how.</li> <li>• Amplia variedad de material.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales baratos fáciles de ser conseguidos.</li> <li>• Rápido despliegue.</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia*

El análisis de la tabla nos desvela que es muy importante la información que se puede obtener del enemigo, para una vez analizada, confeccionar el equipamiento complementario a las unidades y específico para su cometido, es decir, en nuestro caso, tener una mochila base de trabajo modelada que nos de unas implementaciones futuras hacia nuevas tecnologías (bolsillos Hidrófugos).

#### **4.2 Resultados y análisis de la encuesta.**

Para un mejor análisis de los resultados, se ha confeccionado un gráfico que recoge todos los datos concernientes a la encuesta.

De la pregunta 1 a la 4, correspondiente al apartado 1 de la encuesta, podemos ver que los usuarios necesitan mochilas con unas características muy marcadas en su volumen, comodidad, material, bolsillos y modulación. El volumen de la mochila no debe ser menor de 30 litros, entendiéndose que si fueran de menor volumen el trabajo podría verse afectado. Otra propiedad con la que debe de contar la mochila es la modularidad, ya que un buen acceso a la misma y la colocación del material dentro de la misma puede optimizar el rendimiento del usuario. Damos por hecho, que el material que debe contener la mochila es un lote cerrado, pero su colocación dependerá del Zapador usuario de la misma.



*Imagen 3: Endoscopio*

De la pregunta 5 a la 10, correspondiente al apartado 2 de la encuesta, observamos que el material que han elegido los usuarios es muy similar y estaría compuesto por:

- Kit de remoción: Cuerdas y poleas de distintos tamaños, mosquetones de seguridad, garfios y pinzas;



Imagen 4: Materiales diversos

- Kit de señalización: Luces químicas, conos, spray de distintos colores, cinta de balizar y tips;
- Kit de búsqueda: Detector de mano, rastrillo, pala de jardinero, brochas y endoscopio;
- Herramientas de corte: Cizalla y tijeras de varios tipos;
- Kit de herramientas diversas: kit de ferretero; y
- Kit de uso variado: kit de recogida de evidencias (sobres), kit de escritura, cinta americana y espejos.

Respecto a la última parte de la encuesta, correspondiente a las preguntas 11 y 12, los encuestados tienen claro que el elemento innovador para su trabajo es la cámara rugerizada, ya que reconocer la posible amenaza a tiempo real y su posible solución puede ser ganar tiempo en las acciones a realizar, tanto para ellos como para las unidades dependientes.

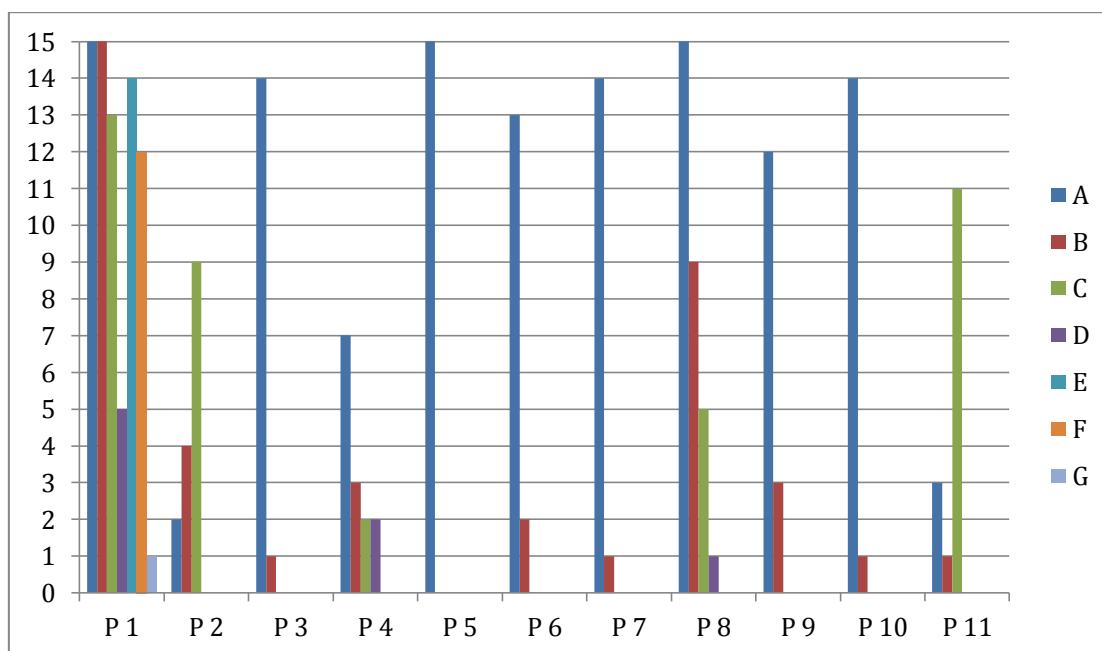


Figura 4.1: Histograma encuesta  
Fuente: Elaboración propia

### 4.3 Resultados en cuanto a la modularización de la mochila mediante Radar-Chart.

El Radar-Chart constituye una herramienta gráfica de análisis multicriterio muy útil e interesante por su simplicidad y claridad gráfica. Desarrollada para la evaluación de proveedores y proyectos potenciales mediante la confrontación de diferentes áreas de interés, su objetivo es tener una visión clara sobre el producto futuro que se va a adquirir.

Se ha utilizado esta herramienta para tener la primera impresión gráfica sobre las mochilas de futura adquisición.

Después de analizar las potenciales empresas que entendemos que pueden suministrar el producto deseado, nos centraremos en tres de ellas y en sus modelos

seleccionados, dichas empresas son, Mil-tec, Tasmania Tiger y Warrior assault, y las mochilas elegidas son ( citare en orden), Kryptek typhon, trooper, predator multicam.

Para realizar dicho análisis, se han elegido cinco características fundamentales que deben de contener la mochila, estas cinco áreas de interés han sido elegidas a partir de las encuestas al personal cualificado, usuario de las mismas. Se ha elaborado una tabla de asignación de puntos a cada modelo en función de si cumplía los requisitos marcados o no, esta puntuación ira del uno (1) al cinco (5), donde el cinco será la máxima puntuación y por tanto donde el requisito es más acorde al modelo de mochila que debemos de proyectar.

Las variables seleccionadas por la opinión de experto extraída de la encuesta son las siguientes:

- Volumen
- Asas de transporte acolchadas
- Material del geotextil
- Bolsillos
- Modularidad

Se va a confeccionar una tabla con las características dadas de la mochila por el fabricante, para así podemos tener una visión clara a cerca de cada una de ellas.

CARACTERISTICAS	<b>Defense</b>	<b>Trooper</b>	<b>Predator</b>
Volumen	36 Litros	45 Litros	42 Litros
Asas	Acolchadas	Acolchadas	Acolchadas
Material	Poliester	Cordura 700 Denier	Nylon
Bolsillos	2 laterales	Laterales y traseros	2 Laterales
Modularidad	Mediante bolsillos	Sistema de carga, desmontable cinturón, correas	Velcros superiores

*Tabla 4.1: Características de las mochilas  
Fuente: Elaboración propia*

Con estas características obtenemos los primeros resultados, ya que una de las mochilas nos da en casi todos los parámetros una mejoría respecto a las demás, es el caso de la mochila Tasmania Tiger Trooper, se tiene un producto con amplio volumen y modularidad, además de disponer de un cinturón desmontable. Una de las características más reseñable es su geotextil, está diseñada para aguantar abrasiones y arañazos, así lo avala su material de cordura 700 Denier del que está fabricada.

Aunque la decisión para la adquisición de la mochila está meridianamente clara, para asegurar de que esto es cierto, se realizará otro análisis mediante la herramienta decisión de análisis como es Radar-Chart, se utilizaran las mismas variables y con unas puntuaciones que se describirán a continuación.

Variables y puntuaciones:

a) **Volumen:**

Se entiende que debe ser una mochila de un volumen adecuado para su transporte, por tanto, se han acotado volúmenes de entre 30l que sería la puntuación mínima (1) y 45l que sería la puntuación máxima (5).



b) **Asas de transporte acolchadas:**

Fundamentales para una buena comodidad en el transporte, el máximo acolchado puntuará (5) y en función del mismo la puntuación ira cayendo hasta la puntuación de uno (1).

c) **Material del geotextil:**

El material más habitual es nylon pero hay mochilas con refuerzos o bien con material de cordura más adecuado para nuestros cometidos, por tanto, puntuará máximo el geotextil fabricado con cordura (5) y el nylon con refuerzo variará en función del mismo.

d) **Bolsillos:**

Buscamos la accesibilidad al material, por tanto, entendemos que la mochila con más bolsillos es la más adecuada para el uso, puntuará con cinco (5).

e) **Modularización:**

Para posibles futuros, necesitamos que la mochila cuente con amplia variedad de accesorios, que puedan acoplarse y sean fiables, puntuará con cinco (5) a que cuente con dichos requisitos.

Atendiendo a estos criterios se han obtenido el diagrama de araña para cada modelo de mochila, como se puede observar la mochila que se ajusta a los requisitos es la mochila Tasmania tiger trooper de 45l.

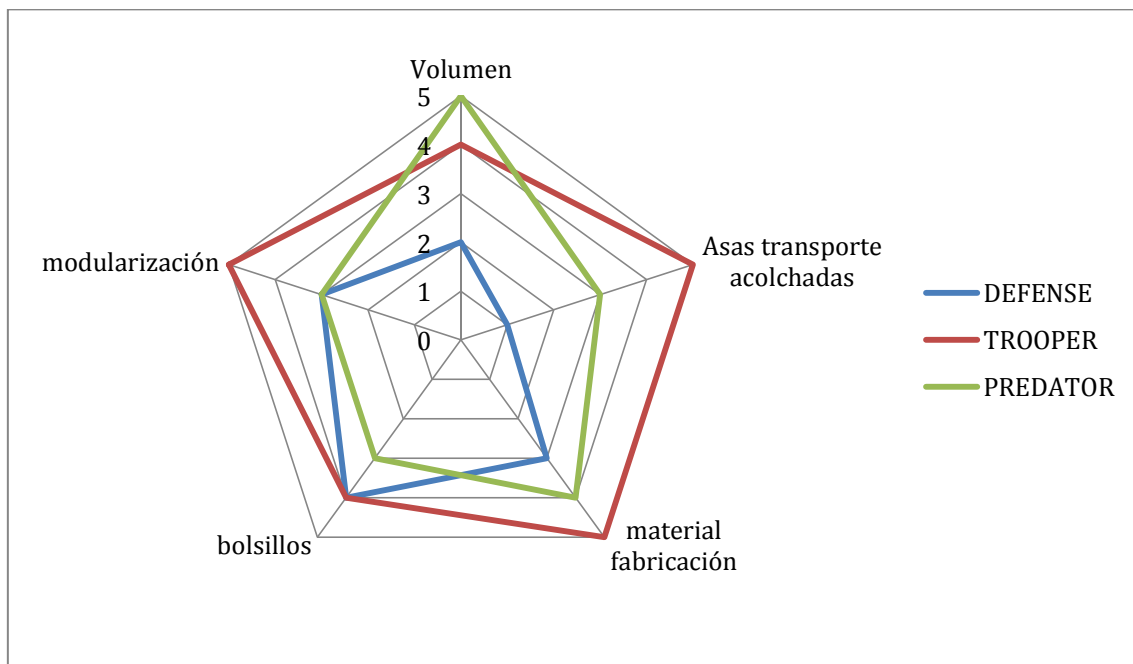


Figura 4.2: Radar-Chart de modelos superpuestos (mochilas)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4 Resultado en cuanto a la implementación tecnológica mediante Radar-Chart.

Analizando la encuesta y viendo los resultados obtenidos podemos valorar que el implemento tecnológico más útil es la cámara rugerizada, los encuestados afirman

que sería muy positivo contar con una herramienta con la que pudiera ser visualizado a tiempo real tanto la amenaza como los trabajos a realizar sobre la misma para poderla neutralizar.

Esta, además de contar con unas características concretas, debe de contar con propiedades específicas para el uso militar, una de ellas debe de ser la ruggedización de la misma, soportar impactos y posibles condiciones meteorológicas adversas. El CZURB tiene unos condicionantes, que otro tipo de combate no los tiene, las edificaciones que nos encontramos y los posibles artefactos ya bien sea mediante trampas o detonaciones hacen que en material con el que debemos de contar sea resistente y a la vez tecnológicamente avanzado.

Las conexiones de la cámara, ya bien sea para volcado de imágenes o videos debe de ser una de las características clave, porque si fuera de otra manera, en vez de facilitar la tarea sería tecnológicamente insuficiente y podría llevar a incurrir en errores que en algunos casos pudieran ser fatales en el éxito de la misión.

La resolución debe de ser de gran definición, nos encontramos muchos artefactos improvisados de pequeño tamaño, los cuales deben de ser analizados minuciosamente y estudiados al detalle. Las trampas explosivas interconectadas con sistemas de remoción suelen usar cables y otros sistemas como sedal de pesca son difíciles de detectar sino se usa una definición adecuada.

No debemos de olvidar que el CZURB se suelen realizar en ciudades y edificios que no disponen ningún tipo de electricidad y aunque esto fuera posible, el combate urbanizado es ágil y veloz, por tanto tendríamos que contar con un sistema de baterías con una capacidad alta de durabilidad e incluso, contar con varias para posibles contingencias.

Otro aspecto a valorar sería las dimensiones de la cámara, el combatiente en general necesita de muchos implementos en su equipo individual, desde la mochila hasta el chaleco con sus bolsillos y municiones variadas en el mismo, además de todo ello, el Zapador lleva implementos en su chaleco, típicos del arma, por tanto, las dimensiones de la cámara son una característica optima, ya que no tendremos demasiado espacio de colocación cuando se esté operando.

Por tanto, estas serían las características apropiadas según información sacada de los expertos que han realizado las encuestas.

El Radar-Chat consistirá en la comparación de varias cámaras ruggedizadas para ajustar nuestras necesidades a las características de las mismas.

La búsqueda se centrará en cámaras deportivas utilizadas en deportes extremos, ya bien sea alpinismo, buceo, paracaidismo u otros.

Tras haber realizado un estudio del estado del arte actual de las cámaras ruggedizadas, se puede concluir que existen una amplia variedad de ellas, la investigación desvela que hay 3 fabricantes que destacan en este campo y se aproximan más al producto que se busca.

Las cámaras seleccionadas son las siguientes:

- Gopro Hero 9.
- INSTA 360 ONE R.
- DJI OSMO ACTION.

Antes de seguir desglosando las diferentes cámaras con los respectivos análisis, debemos explicar el termino ruggedizado, ya que es un término no acuñado en la RAE. Es una palabra extraída del verbo inglés “ruggedize” que significa en nuestro caso, caja reforzada que permite el transporte seguro en condiciones adversas de materiales y equipos sensibles, dichas cajas ruggedizadas están construidas con materiales y refuerzos

especiales para resistir golpes, caídas o vibraciones durante su transporte, almacenamiento y uso operativo<sup>7</sup>. Este término es muy usado tanto en el ET como en la Guardia Civil.

A continuación se enumeraran las características técnicas mediante tabla de cada una de ellas, teniendo más en cuenta y valor las características enunciadas anteriormente.

CARACTERISTICAS	Gopro Hero 9	INSTA 360 ONE R	DJI OSMO ACTION
Resolución	20 Mp	20 Mp	20 Mp
Conexiones	Wifi/Bluetooth	Wifi/Bluetooth	Wifi
Rugerización	Si(waterproof 10m)	Si(waterproof 5m)	Si(waterproof 11m)
Baterías	1720 mAh	1190 mAh	1300 mAh
Dimensiones	71x 55 x 33,6 mm	72 x 48 x 32,4 mm	65 x 42 x 35 mm

Tabla 4.2: Características de las Cámaras

Fuente: Elaboración propia

Analizando la tabla comparativa, vemos que en las tres cámaras la resolución es la misma y no es un parámetro determinante, en cambio, las conexiones ya empiezan a arrojar los primeros resultados, ya que una de ellas no cumple una de las pautas, al no tener Bluetooth. Todas son rugerizadas, por tanto solo sería determinante si se fuera a sumergir, cosa que en principio no es lo previsible para el combate urbanizado. La Gopro Hero 9 dispone de la mejor batería y decir que, respecto a las dimensiones, son parecidas.

Para asegurar que la elección de la cámara es la correcta, realizaremos otro análisis mediante la herramienta Radar-Chart.

Las variables serán las mismas que las elegidas en la Tabla 4.2., asignando una valoración por puntos a cada modelo en función de si cumplía los requisitos marcados o no, esta puntuación ira del uno (1) al cinco (5), donde el cinco será la máxima puntuación y por tanto donde el requisito es más acorde al modelo de cámara que debemos de proyectar.

Las variables analizadas son las que se indican a continuación:

a) **Resolución:**

La resolución máxima para este tipo de cámaras que actualmente están en el mercado es de 20 Mp, por tanto puntuación mínima (1) se asignará a cámaras que dispongan de menos Mp y la puntuación máxima (5) para los 20 Mp.

b) **Conexiones:**

Puntuación máxima (5) para cámaras con más de una conexión.

c) **Rugerización:**

Este tipo de material viene reforzado de manera integral o con refuerzos individuales para pantalla u otros componentes de la cámara, por tanto se entiende que para su uso específico militar, el refuerzo integral es más interesante que por componentes, así pues el refuerzo integral puntuará cinco (5)

<sup>7</sup> <https://cajasrugerizadas.com/que-es-rugerizado>

y en función de esto ira bajando la puntuación hasta la mínima que será de uno (1).

d) **Baterías:**

Puntuará con cinco (5) la que tenga mayor autonomía y hasta uno (1) la de menor.

e) **Dimensiones:**

Puntuará por cinco (5) la que menor volumen tenga y hasta (1) la de menor.

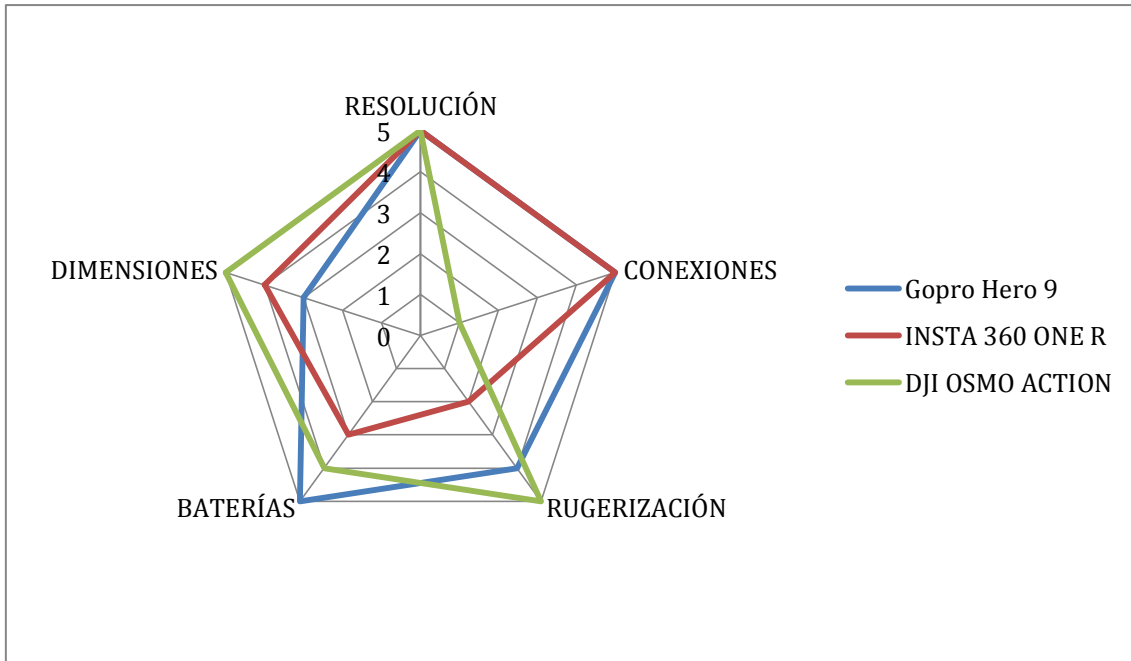


Figura 4.3: Radar-Chart de modelos superpuestos (cámaras)  
Fuente: Elaboración propia

Atendiendo a estos criterios se han obtenido el diagrama de araña para cada cámara, como se puede observar la cámara ruggedizada que se ajusta a los requisitos es la Gopro Hero 9.

La Gopro Hero 9 es una cámara ruggedizada con la que podemos trabajar en alta definición mediante conexión wifi, ya que su ficha de características así lo acredita, por tanto se podría integrar en una red de comunicaciones militares, como por ejemplo en el radioteléfono SpearNet, actualmente en servicio dentro de las Secciones de Zapadores.

Este radioteléfono tiene varios métodos de funcionamiento, puede ser un radioteléfono de uso personal o bien de equipo o sección de Zapadores como enlace para una amplia variedad de sensores (relé), o también como parte de un sistema completo de redes militares, en nuestro caso en concreto la señal de la cámara Gopro Hero 9 iría integrada en una de los radioteléfonos y este replicaría la señal a una red de comunicaciones militares previamente configuradas, tiene la posibilidad de configuración para ser conectado a un asistente digital personal (PDA) o bien a un ordenador personal (PC)<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Manual del operador y de mantenimiento de la unidad con desglose ilustrado de las piezas de sistema de radioteléfono SpearNet Dismount y de montaje en vehículo.

La cámara al ser de ámbito civil debe siempre ir configurada a una red wifi segura, es decir una red con resistencia contra interferencias, perturbaciones intencionales hostiles, desvanecimientos e intercepciones, el radioteléfono trabaja en radiofrecuencia de banda ancha de espectro ensanchado que proporciona este tipo de resistencia.

Al estar los dos equipos interconectados, tanto cámara con radioteléfono juntos, a la vez que se transmite el video a tiempo real se puede dar la posición del combatiente a un servidor de gestión en el vehículo de nivel pelotón dedicado a mantener la localización geográfica o reconocimiento de situación (SA).

Con todo lo expuesto anteriormente, podemos crear redes seguras para el buen funcionamiento del equipo de reconocimiento y marcaje, con su implementación tecnológica tan útil en los teatros futuros, adaptando dichas tecnologías a los trabajos del Zapador.

## 5. Conclusiones

Muchas de las conclusiones que se van a mencionar están desglosadas en los distintos apartados del trabajo, ya que conforme se iba configurando la mochila modular de Zapadores en combate urbanizado se iban sacando unos resultados y se iba concluyendo con unas reflexiones, así que, para no ser muy repetitivo en este apartado, se mencionaran las más importantes por tratarse de valoraciones finales del trabajo.

Inicialmente, en la fase de recopilación de información se pudo observar que en alguno de los equipos de Zapadores para Zona Urbanizada no se disponía de un medio de transporte de material óptimo para los trabajos a realizar, se observó que uno de estos equipos tenía mayor carencia a la hora de transportar su material una vez desembarcado del vehículo, dicho equipo es el de reconocimiento y marcaje.

Al ver esta deficiencia se consideró que la búsqueda de una mochila modular para el transporte de material sería vital para el éxito de la misión, la encuesta (en su apartado 1) a los usuarios potenciales, donde muchos de ellos ya habían visto tal deficiencia en zona de operaciones, nos desveló las características que debía de tener, entonces se buscó una mochila entre las mejores empresas para que nos pudieran dotar de la misma en las condiciones indicadas, mediante la prueba de rendimiento y la herramienta de análisis Radar-chart descrita en el apartado 4.3 se dictaminó que la mochila más acorde a lo que buscamos es la Tasmania Tiger Trooper, aunque no era la mejor en todas sus características, sí que era la más apropiada para el transporte de material y su posible implementación.

Al no tener inicialmente una mochila configurada con su material para el equipo de Zapadores anteriormente citado, se instó mediante encuesta (en su apartado 2), para que el usuario pudiera dar su opinión y valorar el material necesario la modularización de la mochila, en la fase experimental se vio que el volumen de la mochila era suficiente para transportar todo el material y además se eligió una cámara ruggedizada con su propia bolsa de transporte, perfectamente acoplable con el sistema molle de la mochila.

En la tercera parte de la encuesta se preguntó a usuario sobre la implementación tecnológica que se podía desarrollar y acoplar, el resultado fue claro, la cámara ruggedizada, también se preguntó mediante cuestión abierta que características tenía que tener el implemento y mediante estos parámetros se buscó en el mercado la más óptima en cuanto a rendimiento, la Gopro fue la elegida.

Por último, decir que la mochila modular de Zapadores en combate urbanizado por su material e implementaciones puede ser un gran avance para el trabajo del Zapador, se ha intentado centralizar los medios más básicos y no menos importantes como medios más novedosos para que el Zapador pueda cumplir su misión con las mayores garantías posibles, teniendo en cuenta que los entornos en combate urbanizado son cambiantes y no constantes en el tiempo.

## 6. Líneas futuras

En este apartado se va a pretender dar una visión sobre cómo debería, en nuestra opinión, estar enfocada la nueva mochila modular de combate de Zapadores en Zona Urbanizada, dando unas pinceladas hacia los posibles entornos a largo plazo que nos podemos encontrar, la llamada fuerza 35, una fuerza terrestre preparada y eficaz para el combate de hoy y de el futuro.

Las ya conocidas características del combate en población, como por ejemplo, la constante presencia de la población, el enemigo asimétrico y los efectos de las edificaciones en la maniobra para el movimiento y para el apoyo de fuegos, en los escenarios futuros se unen otros como la necesidad de combatir en el subsuelo, es lo denominado como combate en las tres dimensiones, para denegar su uso al adversario y facilitar la maniobra propia, mayor necesidad de medios debido a que los combates se prevén que se realizaran en espacios mucho más reducidos.

Las unidades modificaran sus frentes y fondos a espacios reducidos, así que en pocas manzanas pueden estar operando un gran número de unidades del Ejército de tierra con sus distintos medios aéreos, por tanto se necesitarán medios de autoprotección mucho más elevados de los usados actualmente.

Por estas modificaciones en la forma de conducción de la maniobra, se producirá una concentración de medios que pueden llegar a dificultar las comunicaciones dentro del mismo despliegue dentro de la zona urbana.

Debido a todo ello, una fuerza terrestre para operar en este entorno debería ser flexible, adaptable y capaz de operar en pequeñas unidades, equipada y adiestrada específicamente para el tipo de combate, más aun en el caso de combate en subsuelo.

La capacidad de combatir desembarcada es una de las características fundamentales ya que se prevé que el terreno será muy cambiante debido a las grandes edificaciones, hoy en día los combates no están previstos en ciudades con edificaciones con gran número de plantas, la fuerza se debe de aplicar con precisión, para evitar posibles daños colaterales y el movimiento de las fuerzas propias deberá de facilitarse pese a las destrucciones y obstáculos, además de tener la posibilidad de canalizar al adversario.

Por todo esto las Unidades de Combate demandaran a las unidades de Zapadores una elevada capacidad para asumir cometidos de apoyo al combate.

Para ello, las unidades de Zapadores deberán contar con los medios, organización y preparación para asegurar el paso rápido entre cometidos, concentrando o disgregando capacidades o esfuerzos más específicos en función de la situación. En este trabajo se definen varios equipos con sus respectivos cometidos, pero pudiera ser que, según las modificaciones señaladas en este apartado, debieran ser completados con personal o incluso crear nuevos equipos más específicos para las nuevas dimensiones del combate, estas capacidades requerirán la centralización y control de las unidades de Zapadores y la máxima descentralización en la ejecución, siendo fundamental para ello la disponibilidad de medios de mando y control que permita un conocimiento actualizado y preciso de las posibles situaciones.

El predominio del combate de alta intensidad frente a un enemigo asimétrico, pero tecnológicamente similar a las fuerzas propias hace que las unidades de Zapadores deban estar dotadas de implementaciones tecnológicas avanzadas, la presencia de drones en las mochilas modulares es una implementación de altas capacidades del combate, no se sobreexpone al personal y se puede tener un reconocimiento de zona amplio.

A parte de las implantaciones tecnológicas en las mochilas modulares de los equipos de Zapadores, algunos de los equipos deberían de ser complementados con otros tipos de materiales, por ejemplo, al hablar de grandes edificaciones, los trabajos que hoy se realizan son horizontales y se debería de dotar a los equipos de materiales para trabajos verticales, como por ejemplo escaleras plegables, resistentes y de poco peso.

La necesidad de dispersión y concentración rápida de esfuerzos Hará necesario dotar a los equipos de Zapadores de medios de paso de cortadura polivalentes y ligeros, también la creación de un equipo que tenga la capacidad de creación de obstáculos rápidamente, enlazando distintos medios del campo de batalla con las unidades de Zapadores capaces de cerrar avenidas.

Por todo lo expuesto previamente, la mochila de combate de Zapadores del equipo de reconocimiento y marcaje debe ser actualizada constantemente en función de las nuevas situaciones del combate, con nuevos implementos e innovaciones tecnológicas, así como las distintas mochilas y materiales de los otros, confeccionando otras nuevas para posibles nuevos equipos tan específicos y necesarios con el equipo de trabajo en subsuelo.



## Bibliografía

- [1] Cámaras deportivas (2020), Cámaras para deportes extremos Disponibles en <https://micamaradeportiva.com/> Consultado: 27/9/2020.
- [2] Communications systems (2011). Manual del operador y de mantenimiento de la unidad con desglose ilustrado de las piezas de sistemas de Radioteléfono Spearnet Dismount y de montaje en vehículos.
- [3] Entorno operativo terrestre futuro 2035 (2018), Mando de Adiestramiento y Doctrina, Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales.
- [4] Fuerza 35 (2019), Ejército de Tierra, Centro Geográfico del Ejército.
- [5] Mando de Adiestramiento y Doctrina, (1996). MT7-008 Manual técnico. Catalogo Material de Ingenieros, Ministerio de Defensa.
- [6] Mando de Adiestramiento y Doctrina, (2011). PD1-001 Empleo de las Fuerzas Terrestres, Ministerio de Defensa.
- [7] Mando de Adiestramiento y Doctrina, (2005), OR5-409 Organización del Terreno para el Combate de las Grandes Unidades, Ministerio de Defensa.
- [8] Mando de Adiestramiento y Doctrina, (1996).OR3-401 Empleo de los Ingenieros, Ministerio de Defensa.
- [9] Mando de Adiestramiento y Doctrina, (1994). MI4-401 Sección de Zapadores Mecanizada, Ministerio de Defensa.
- [10] Mando de Adiestramiento y Doctrina, (2019). AGM-CM-013 Táctica y Logística de Ingenieros.
- [11] Mildot (2020), Mochilas Modulares Militares. Disponible en <https://www.mildot.es/militar/mochilas-tacticas/color-negro.html> Consultado: 23/9/2020.
- [12] Procedimiento de conformación y colocación de cargas para apertura de puertas, ventanas y butrones. Progresión en interior de edificaciones, (2019). NOP 0006.a./19, Mando de Ingenieros.
- [13] R. Acero, J. Pastor, J. Sancho y M. Torralba (2014), Texto Docente, Ingeniería de la Calidad, 2º edición, Zaragoza (España), Edita Centro Universitario de la Defensa.

## Anexo A

### Encuesta comparativa sobre mochilas modulares

Empleo \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

El objeto de este cuestionario es realizar una encuesta a usuarios y operadores que trabaje con mochilas de Zapadores a fin de conocer su valoración y opinión de las mismas. Así como, el material necesario para realizar sus trabajos y posibles innovaciones.

---

#### Acerca de la mochila

1. \_\_\_\_ ¿Qué características generales debe de contener la mochila? (marque 5)
  - a) Volumen
  - b) Comodidad
  - c) Material
  - d) Peso
  - e) Bolsillos
  - f) Modulaci3n
  - g) Estanqueidad
  
2. \_\_\_\_ ¿Entre que franjas de volúmenes se debería de encuadrar la mochila?
  - a) 10-25 litros
  - b) 20-35 litros
  - c) 30-45 litros
  
3. \_\_\_\_ ¿Posibilidad de modularizaci3n?
  - a) Sí
  - b) No
  
4. \_\_\_\_ Si la respuesta anterior ha sido afirmativa, indique su grado de importancia del 1 al 5. (D3nde 5 es la máxima importancia y 1 la mínima)

\_\_\_\_\_

#### Acerca del material

5. \_\_\_\_ ¿Debe contener kit de remoci3n? (Cuerdas, poleas, mosquetones, etc.)

- c) Sí
  - d) No
6. \_\_\_ ¿Debe contener kit de señalización? (Luces químicas, conos, tips, etc.)
- a) Sí
  - b) No
7. \_\_\_ ¿Debe contener kit de búsqueda? (Rastrillo, pala de jardinero, etc.)
- a) Sí
  - b) No
8. \_\_\_ ¿Qué tipo de herramienta de corte es más adecuada? (Marque 2)
- a) Cizalla
  - b) Tijeras
  - c) Cuchillos
  - d) Sierra
9. \_\_\_ ¿Debe contener herramientas diversas? (Destornillador, llaves, almádena, etc.)
- a) Sí
  - b) No
10. \_\_\_ ¿Cree que la mochila debe contener otro tipo de material? (En caso afirmativo, cítelo)
- a) Sí \_\_\_\_\_
  - b) No

### **Acerca de las innovaciones**

11. \_\_\_ ¿Qué elemento innovador le resulta más interesante?
- a) Dron
  - b) Linterna IR
  - c) Cámara rugerizada
  - d) Escalera telescópica
12. \_\_\_ De la cuestión anterior, justifique su respuesta.