



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Estudio de implementación de la aplicación ATAK como herramienta de apoyo al mando y control en unidades de infantería motorizada para el combate convencional.

Alejandro Fernández Castillo

Director académico: Dr. Alberto García Martín

Director militar: Cap. D. Jaime Hernández Ellacuría.

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2022



**[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]**



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer al Regimiento de Infantería “Isabel la Católica” 29 y al Batallón “Zamora” y, de forma más específica, a la Compañía de mando y apoyo y a la Sección de Defensa Contra Carro, por abrirme las puertas de la BRILAT. El compromiso y profesionalidad de su personal ha sido un pilar fundamental para sacar este trabajo adelante.

En segundo lugar, dar las gracias al Director Académico, el Dr. Alberto García Martín, por su apoyo para la realización de este trabajo. Así mismo, al Director Militar y jefe de la Compañía de Mando y Apoyo, el Cap. D. Jaime Hernández Ellacuría, y al Tte. D. Jaime Lago López, por su apoyo e implicación total durante el periodo de prácticas externas y en el guiado a lo largo de todo el trabajo. Su ayuda y compromiso han sido esenciales para la consecución de este TFG.

Por último, dar las gracias a mi familia y amigos que me han acompañado y apoyado durante mi formación en todos estos años. En especial a ti, madre, que, tras haber sido uno de mis mayores apoyos en el día a día, no vas a poder disfrutar del resultado del esfuerzo y el trabajo. Va por ti.



**[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]**



## RESUMEN

El mando y control, también conocido como C2, es el ejercicio de la autoridad y dirección por parte de un jefe o comandante debidamente elegido sobre las fuerzas asignadas en cumplimiento de la misión. Es fundamental para el arte y la ciencia de la guerra. Dentro del Ejército de Tierra, para facilitar el mando y control de las unidades, se apuesta por la modernización y la transformación digital, enmarcadas dentro de la BRIGADA 2035, acortar el ciclo de decisión y conseguir la superioridad de información frente a un posible enemigo.

Una de las posibles herramientas de mando y control que cumple con esta filosofía es la aplicación ATAK. Dentro del Regimiento de Infantería "Isabel la Católica" Nº29 y, en concreto, en el seno de su único batallón, el Batallón Zamora, se han dado los primeros pasos para su implementación, estableciendo un protocolo de uso. Para apuntalar su utilización como herramienta de mando y control e implantarla de forma definitiva, es necesario testar su utilidad en las maniobras de instrucción y adiestramiento programadas en la unidad y realizar un estudio económico que cubra todos los aspectos de la infraestructura auxiliar que implica.

En este contexto, el objetivo general de este trabajo es realizar un estudio para implementar la aplicación ATAK como herramienta de mando y control de una compañía de Infantería motorizada en ambientes de combate convencional. Para ello, se toma como caso de estudio el Batallón "Zamora", el único del Regimiento de Infantería "Isabel la Católica" Nº29. Para alcanzar este objetivo se ha trabajado en base a una metodología en cuatro fases: (i) conocimiento las necesidades de mando y control de una compañía de Infantería motorizada en ambientes de combate convencional; (ii) conocimiento de las capacidades potenciales de la aplicación ATAK para mando y control de una compañía de Infantería motorizada en ambientes de combate convencional; (iii) análisis del protocolo inicial de uso establecido en el Batallón "Zamora" del Regimiento de Infantería "Isabel la Católica" Nº29; y (iv) realización del estudio de costes que supondría la implementación de ATAK como herramienta de mando y control de una compañía de Infantería motorizada en el Batallón "Zamora" del Regimiento de Infantería "Isabel la Católica" Nº29. La primera y segunda fase combinan la consulta bibliográfica e informes especializados con la obtención de información complementaria a través de contactos realizados durante el periodo de Prácticas Externas (PEXT). La tercera fase se fundamentó en la observación directa durante el ejercicio Beta Renedo VJTF de mantenimiento de capacidades llevado a cabo en la provincia de Valladolid del 2 al 16 de octubre de 2022. La consecución de la última fase se fundamentó en la información recabada, y un estudio económico.

Los resultados reflejan que la aplicación ATAK, siguiendo el protocolo del Batallón Zamora, aporta grandes capacidades a las unidades de infantería motorizada como herramienta de mando y control en los niveles operacional y táctico y en todas las fases: planeamiento, ejecución y conducción. Así mismo, el estudio económico muestra que, siguiendo el citado protocolo y las mejoras propuestas, se puede dotar de los materiales y la infraestructura necesaria a un batallón de infantería motorizada para trabajar con la aplicación ATAK con una inversión equivalente al 0,00036% del Presupuesto del Ministerio de Defensa del año 2022.

En definitiva, se puede afirmar que ATAK representa una buena herramienta de mando y control para unidades de infantería motorizada en un ambiente de combate convencional y es viable, técnica y económicamente, su implementación dentro de una unidad de infantería motorizada.



## **PALABRAS CLAVE**

Mando y control, ATAK, caso de estudio, Infantería motorizada, combate convencional.



## ABSTRACT

Command and Control, also known as C2, is the exercise of authority and direction by a properly designated commander over assigned and attached forces in the accomplishment of mission. Command and control is fundamental to the art and science of warfare. The Spanish Army, to improve the command and control, supports the modernization and the digital transformation within the BRIGADA 2035, reduce the decision cycle and gain information superiority against a possible enemy.

One of these hi-tech command and control tools is ATAK. The 29th "Isabel la Católica" Infantry Regiment has started his implementation with his own use protocol. With the objective of consolidate its use as a command and control tool, hence the need of make a study on the implementation of the app that includes a financial study on all the hardware and software infrastructure needed to his establishment.

Within this context, the general objective of the project is to carry out an implementation study on the ATAK application as a command and control tool in motorized infantry units within a conventional combat environment. For this, the "Zamora" Battalion is taken as a study case, the only one of the "Isabel la Católica" Infantry Regiment N°29. For its implementation, the study is based on methodology divided in four phases: (i) knowledge of the command and control needs of a motorized infantry company in conventional combat environments; (ii) knowledge of the potential capabilities of the ATAK application for command and control of a motorized infantry company in conventional combat environments; (iii) analysis of the initial protocol established in the "Zamora" Battalion of the "Isabel la Católica" Infantry Regiment No. 29; and (iv) study of the costs involved in implementing ATAK as a command and control tool for a motorized infantry company in the "Zamora" Battalion of the 29th "Isabel la Católica" Infantry Regiment. The first and second phases combine the bibliographic consultation and specialized reports with complementary information taken from contacts during the External Internship period. The third phase was based on direct observation during the Beta Renedo VJTF "*mantenimiento de capacidades*" conducted in the province of Valladolid from October 2 to 16, 2022. The achievement of the last phase was based on the information collected and economic study.

The results show that the ATAK, following the protocol of the "Zamora Batallion" application provides great capabilities to motorized infantry units as a command and control tool at operational and tactical levels and in all phases: planning, execution and management. Likewise, the economic study shows that, following the protocol and the proposed improvements, it is possible to provide the necessary materials and infrastructure to a motorized infantry battalion to work with the ATAK application, with an investment equivalent to 0.00036% of the Budget of the Ministry of Defense for the year 2022

In short, it can be said that ATAK represents a good command and control tool for motorized infantry units in a conventional combat environment and is feasible, technically and economically, its implementation within a motorized infantry unit.

## KEYWORDS

Command and Control, ATAK, study case, Infantry motorized, conventional combat.



**[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]**



## INDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>III</b>
<b>PALABRAS CLAVE</b> .....	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>KEYWORDS</b> .....	<b>V</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS</b> .....	<b>XII</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA</b> .....	<b>2</b>
2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE .....	<b>2</b>
2.2 METODOLOGÍA.....	<b>3</b>
<b>3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
3.1 Situación actual del mando y control en el Regimiento de Infantería “Isabel la Católica” N°29. ....	<b>5</b>
3.2 La aplicación ATAK como potencial herramienta de mando y control en el ET.....	<b>8</b>
<b>4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS</b> .....	<b>9</b>
4.1 Necesidades de mando y control en una compañía de infantería motorizada en ambientes de combate convencional. ....	<b>9</b>
4.2 Capacidades potenciales de la aplicación ATAK para mando y control de una compañía de infantería motorizada en ambientes de combate convencional. ....	<b>10</b>
4.2.1 Capacidades potenciales en la fase de planeamiento.....	<b>10</b>
4.2.2 Capacidades potenciales en la fase de ejecución y conducción.....	<b>11</b>
4.3 Análisis del protocolo de utilización de ATAK como herramienta de mando y control en el Regimiento de Infantería “Isabel la Católica” N°29. ....	<b>13</b>
4.3.1 Análisis del protocolo de uso en el Regimiento de Infantería “Isabel la Católica” N°29....	<b>13</b>
4.3.2 Prueba de uso durante el ejercicio Beta Renedo VJTF de mantenimiento de capacidades. ....	<b>16</b>
4.3.3 Identificación de debilidades y propuesta de mejora .....	<b>24</b>
4.4 ESTUDIO ECONÓMICO PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA APLICACIÓN ATAK.....	<b>25</b>
4.4.1 Software. ....	<b>25</b>
4.4.2 Hardware.....	<b>27</b>
4.4.3 Red.....	<b>30</b>



4.4.4	Formación.....	35
4.4.5	Riesgos.....	36
4.4.6	Conclusiones.....	37
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>38</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>40</b>
	<b>Anexo 1. Entrevista abierta con el Sargento Primero D. Rubén Gil Fontán.....</b>	<b>42</b>
	<b>Anexo 2. Prueba Punto a Punto.....</b>	<b>43</b>
	<b>Anexo 3. Prueba de varios usuarios.....</b>	<b>44</b>
	<b>Anexo 4. Ejercicio de fuego con morteros apoyado con la aplicación ATAK.....</b>	<b>45</b>
	<b>Anexo 5. Reconocimiento de las posiciones enemigas realizado por la DCC.....</b>	<b>47</b>
	<b>Anexo 6. Planeamiento del ejercicio beta.....</b>	<b>48</b>
	<b>Anexo 7. Encuesta en relación con la aplicación ATAK.....</b>	<b>49</b>
	<b>Anexo 8. Organización operativa del BIMT “Zamora” como Bon. VJTF.....</b>	<b>50</b>
	<b>Anexo 9. Organización operativa del GT “Santiago”.....</b>	<b>52</b>
	<b>Anexo 10. Análisis de riesgos.....</b>	<b>53</b>
	<b>Anexo 11. Informe de necesidades de material para usar la aplicación ATAK en la BRILAT.....</b>	<b>54</b>



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo OODA. Elaboración propia. ....	6
Figura 2: Planeamiento completo en ATAK. Elaboración propia.....	11
Figura 3: Modelado 3D de C. del Coso 51-79 Zaragoza. Elaboración propia .....	11
Figura 4: Captura de pantalla del ATAK de un MEDEVAC. Elaboración propia. ....	12
Figura 5: Ejemplo del despliegue de la cía MAPO. Elaboración propia. ....	14
Figura 6: Ejemplo de designación de objetivo. Elaboración propia. ....	15
Figura 7: Ejemplos de mensaje tipo. Elaboración propia.....	16
Figura 8: Planeamiento del plan de defensa del polvorín. Elaboración propia.....	17
Figura 9: Captura de pantalla del área a controlar. Elaboración propia. ....	17
Figura 10: Captura de pantalla de una imagen realizada con Tak GeoCam. Elaboración propia .....	18
Figura 11: Herramienta establecida sobre misil TOW. Elaboración propia. ....	18
Figura 12: Designación de objetivos mediante dron. Elaboración propia.....	19
Figura 13: Cuenca visual del PT-1. Elaboración propia.....	20
Figura 14: Ejemplo de imágenes adjuntadas a un waypoint. Elaboración propia. ....	20
Figura 15: Tiro de morteros designado y corregido con ATAK. Elaboración propia.....	21
Figura 16: Despliegue de la cía MAPO al sur de LP. Elaboración propia. ....	23
Figura 17: Despliegue de MAPO durante el ejercicio. Elaboración propia.....	24
Figura 18. Radar Chart comparación de los dispositivos. Elaboración propia .....	29
Figura 19: Prueba de enlace con dispositivos LoRa. Fuente: Sdo. Alejandro.....	33
Figura 20: Imagen de la tabla de identificación de riesgos. Elaboración propia.....	37
Figura 21: imagen de la matriz de probabilidad - impacto. Elaboración propia.....	37
Figura 22: Designación del blanco con ATAK. Elaboración propia. ....	45
Figura 23: Primera acción de fuego. Elaboración propia.....	45
Figura 24: Localización centro de impactos y corrección. Elaboración propia. ....	46
Figura 25: Segunda acción de fuego sobre el objetivo 7P.DP1. Elaboración propia. ....	46
Figura 26: Reconocimiento de posiciones enemigas. Elaboración propia. ....	47
Figura 27: Reconocimiento de posiciones enemigas. Elaboración propia. ....	47
Figura 28: Reconocimiento de posiciones enemigas. Elaboración propia. ....	47
Figura 29: Superponible completo de la maniobra. Elaboración propia. ....	48
Figura 30: HLZ e itinerarios de las unidades. Elaboración propia. ....	48
Figura 31: Organización de la zona de reunión. Elaboración propia.....	48
Figura 32: Organización Operativa BIMT "Zamora" como Unidad VJTF. Fuente: Tte. Sergio Suárez Suárez. (Suárez, 2020).....	50



Figura 33: Organización operativa 1ª y 2ª compañías mixtas. Fuente: Tte. Sergio Suárez Suárez (Suárez, 2020).....	50
Figura 34: Organización operativa 3ª compañía de fusiles. Fuente: Sergio Suárez Suárez (Suárez, 2020).....	51
Figura 35: Organización Operativa Cía MAPO. Fuente: Tte. Sergio Suárez Suárez (Suárez, 2020) .....	51
Figura 36: Organización Operativa Cía de Servicios. Fuente: Tte. Sergio Suárez Suárez. (Suárez, 2020) .....	51
Figura 37: Organización Operativa del GT "Santiago" para EUTM Mali XX. Fuente: GT "Santiago" .....	52
Figura 38: organización operativa de un subgrupo táctico del GT "Santiago". Elaboración propia. ....	52



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparación de las ventajas y desventajas de las dos versiones disponibles para dispositivos móviles. Elaboración propia. (United States Government, 2022) .....	26
Tabla 2. Comparación de las prestaciones de los dispositivos. Elaboración propia .....	28
Tabla 3: Presupuesto de hardware para un batallón de infantería. Elaboración propia.....	30
Tabla 4. Presupuesto de una VPN de pago. Elaboración propia .....	32
Tabla 5: Presupuesto dispositivos LoRa. Elaboración propia.....	33
Tabla 6: Presupuesto conexión a internet para un batallón de infantería en Mali. Elaboración propia.....	34
Tabla 7: Presupuesto red de datos móviles en territorio nacional. Elaboración propia.....	34
Tabla 8: Presupuesto implementación Batallón "Zamora". Elaboración propia. ....	38
Tabla 9: Prueba Punto a Punto. Fuente: Tte. D. Juan Manuel García Sobrido. (Sobrido, 2017) .....	43
Tabla 10: Prueba de Varios Usuarios. Fuente: Tte. D. Juan Manuel García Sobrido. (Sobrido, 2017) .....	44
Tabla 11: Encuesta y resultados. Elaboración propia.....	49



## ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

APOFU	Apoyo de Fuegos
ATAK	Android Team Awareness Kit
BMR	Blindado Medio sobre Ruedas
BMS	Battlefield Management System
C2	Mando y control
C2S	Sistema de Mando y Control
CAS	Close Air Support
CASEVAC	Casualty Evacuation
CMT	Campo de Maniobras y Tiro
DCC	Defensa Contra Carro
ET	Ejército de Tierra
EUTM	European Union Training Mission
FTS	Free Tak Server
GNSS	Sistema Global de Navegación por Satélite
GRG	Ground Reference Grid
GT	Grupo táctico
HLZ	Helicopter Landing Zone
IBT	Instrucciones Básicas de Transmisiones.
IEC	International Electrotechnical Commission
IED	Artefacto Explosivo Improvisado
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IP	Ingress Protection
IR	Radiación infrarroja
LA	Línea de Acción
LP	Línea de Partida
LVD	Línea de Visión Directa
MAPO	Compañía de Mando y Apoyo.
MEDEVAC	Evacuación Médica
MINISDEF	Ministerio de Defensa
MOBAC	Mobile Atlas Creator
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte
PCBon	Puesto de Mando de Batallón
PEXT	Prácticas Externas
PT	Puesto de Tiro
PU	Pequeñas unidades
RAM	Random Access Memory
RI29	Regimiento de Infantería "Isabel la Católica" N°29
SERECO	Sección de Reconocimiento
SIMACET	Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra



TFG	Trabajo de Fin de Grado
TIC	Troops In Contact
TL	Team Leader (jefe de equipo)
TTP,s	Técnicas Tácticas y Procedimientos
UCO	Unidades, Centros u Organismos
USAF	United States Air Force
VAMTAC	Vehículo de Alta Movilidad Táctica
VJTF	Very High Readiness Joint Task Force
VPN	Virtual Private Network
ZA	Zona de Acción



**[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]**



# 1 INTRODUCCIÓN

Los comandantes o jefes no pueden ejercer el mando y control solos. Incluso en los niveles más bajos, necesitan apoyo para ejercer el mando y el control. En cada escalón de mando, cada comandante tiene un sistema de mando y control para brindar ese apoyo (MADOC, 2013). El sistema de mando y control, conocido como C2S, es el conjunto de personas, procesos, herramientas, redes y puestos de mando que permiten a los comandantes realizar operaciones. Para ejercer un mando y control efectivo es necesario (GlobalSecurity, 2004):

- Tener la capacidad de identificar y reaccionar a los cambios de la situación.
- Tener la capacidad de proporcionar un intercambio recíproco e interactivo de información e influencia entre el jefe, el personal y las fuerzas disponibles.
- Tener la capacidad de reducir el caos y la incertidumbre.

Dentro del marco de la FUERZA 35<sup>1</sup>, existe la necesidad de modernizar los medios con los que cuenta el ET e implementar la transformación digital en todos los ámbitos de la Institución. Es por ello por lo que, ante la importancia que representa el mando y control dentro de las unidades del Ejército de Tierra y, en especial, en Infantería, resulte fundamental contar con una herramienta que facilite el mando y control a cualquier nivel y en todas las fases de una operación (Ministerio de Defensa, 2019).

En la actualidad, el mando y control en unidades de infantería motorizada, basado en las transmisiones y el sistema BMS, está dejando paso a nuevos sistemas basados en GNSS, (Sistema Global de Navegación por Satélite) (Camacho, 2020). Dentro de esta categoría, destaca la aplicación ATAK, utilizada en unidades de primera línea como el Mando de Operaciones Especiales desde hace años (Millán, 2021). Esta aplicación recoge todas las características necesarias para ser empleada como herramienta de mando y control, pero debe adaptarse a la Doctrina, TTPs y requerimientos de cada unidad.

Entre las unidades que han apostado por estas nuevas herramientas de apoyo al mando y control se encuentra el Batallón "Zamora", el único batallón del Regimiento de Infantería "Isabel la Católica" N.º 29 (RI29), que ha comenzado su implementación con la creación de un protocolo de uso.

En este contexto, el RI29 desea analizar la total implementación de la aplicación ATAK como herramienta de mando y control en un ambiente de combate convencional. Así, el presente Trabajo Fin de Grado (TFG) pretende realizar un estudio para implementar la aplicación ATAK como herramienta de mando y control de una compañía de Infantería motorizada en este ambiente. Para ello, la presente memoria se divide en las siguientes partes, que se desglosan tras esta introducción:

- **Objetivos y metodología.** En esta sección se recoge el objetivo general y los objetivos específicos que permitan alcanzarlo. También se establece el alcance, el cual señala los límites de estudio de este TFG. A continuación, se explica la metodología empleada para la consecución de los objetivos, las fases en las que se divide y las herramientas utilizadas.
- **Antecedentes y marco teórico.** En este apartado, que recoge la información previa acerca de la materia, se expone la situación actual de la unidad a estudiar y las posibilidades que aporta la aplicación ATAK para cumplir con las necesidades encontradas.
- **Desarrollo: análisis y resultados.** En esta sección se recogen los resultados obtenidos de la

---

<sup>1</sup> Solución del ET para obtener unas Fuerzas Armadas eficaces y adaptadas a las necesidades establecidas para el año 2035 (Ministerio de Defensa, 2019).



aplicación de la metodología expuesta. Se divide en 4 apartados, uno para cada uno de los objetivos específicos establecidos.

- Conclusiones. En este apartado se recogen las conclusiones de cada uno de los objetivos específicos y la conclusión final del trabajo en su conjunto en relación con el objetivo general. Por último, se plantean líneas futuras de trabajo.
- Anexos. Finalmente, se recogen un conjunto de Anexos cuya información es relevante que, por su extensión o naturaleza, no son expuestos en el cuerpo del TFG.

## 2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

### 2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo general de este trabajo es realizar un estudio para implementar la aplicación ATAK como herramienta de mando y control de una compañía de Infantería motorizada en ambientes de combate convencional. Para ello, se toma como caso de estudio el Batallón “Zamora”, perteneciente al Regimiento de Infantería “Isabel la Católica” Nº29. Para la consecución de este objetivo general es necesaria el cumplimiento de una serie de objetivos específicos que se exponen a continuación:

- Conocer las necesidades de mando y control de una compañía de Infantería motorizada en ambientes de combate convencional.
- Conocer las capacidades potenciales de la aplicación ATAK para mando y control de una compañía de Infantería motorizada en ambientes de combate convencional.
- Analizar el protocolo inicial de uso establecido en el Batallón “Zamora” del Regimiento de Infantería “Isabel la Católica” Nº29, en concreto dentro de la compañía de mando y apoyo.
- Realizar el estudio de costes que supondría la implementación de ATAK como herramienta de mando y control de una compañía de Infantería motorizada en el Batallón “Zamora” del Regimiento de Infantería “Isabel la Católica” Nº29.

Es importante delimitar a quién va dirigido este trabajo, el carácter que tiene y hasta dónde va a llegar. El presente trabajo surge de la petición expresa del Batallón “Zamora” el único, como ya se ha referido anteriormente, que tiene el Regimiento de Infantería “Isabel la Católica” Nº29, unidad donde se realizaron las PEXT del Grado en Ingeniería de Organización Industrial, perfil defensa, que se imparte en el Centro Universitario de la Defensa de la Academia General Militar. El citado Regimiento, tal y como se ha señalado en la introducción, tenía un protocolo inicial establecido, pero consideraban necesario que éste fuera analizado en un ejercicio práctico real teniendo en cuenta: (i) las necesidades de mando y control de las compañías de Infantería motorizada en ambientes de combate convencional; y (ii) las capacidades potenciales de la aplicación ATAK. El objetivo de este análisis no debía ser otro que identificar debilidades y proponer mejoras. Asimismo, de forma complementaria, también deseaban tener de un estudio de costes para una utilización real de la aplicación ATAK teniendo en cuenta el análisis realizado y las propuestas de mejora. Así pues, este trabajo combina un enfoque de estudio teórico para conocer las necesidades de mando y control y las capacidades potenciales de la aplicación ATAK para una compañía de Infantería motorizada en ambientes de combate convencional, con uno práctico, ya que el análisis del protocolo inicial del Batallón “Zamora” se hizo durante unas maniobras realizadas con este batallón del 2 al 16 de octubre de 2022 y el estudio de costes se realizó en relación con las conclusiones sacadas de estas maniobras.

Así pues, este proyecto y sus resultados se restringen al Batallón “Zamora” del Regimiento de Infantería “Isabel la Católica” Nº29, si bien supone una base sólida que, con las necesarias



adaptaciones, podría extenderse al resto de batallones de Infantería motorizada que operan en ambientes de combate convencional.

## 2.2 METODOLOGÍA

La metodología planteada para la consecución del objetivo principal se articula en cuatro fases, que están íntimamente ligadas con los objetivos específicos planteados:

- **Fase 1. Conocimiento las necesidades de mando y control de una compañía de Infantería motorizada en ambientes de combate convencional.** Este conocimiento se basa en la utilización de dos fuentes de información: (i) los manuales de doctrina y adiestramiento relativos a esta temática; y (ii) el conocimiento previo del personal que presta servicio en el Regimiento de Infantería "Isabel la Católica" N.º 29.

- **Fase 2. Conocimiento de las capacidades potenciales de la aplicación ATAK para mando y control de una compañía de Infantería motorizada en ambientes de combate convencional.** Esta fase se fundamenta en tres fuentes de información: (i) el manual y otras fuentes escritas y gráficas existentes sobre la aplicación ATAK; (ii) la experiencia previa de efectivos destinados en la UCO de destino que han trabajado con esta aplicación; y (iii) la experimentación personal.

- **Fase 3. Análisis del protocolo inicial de uso establecido en el Batallón "Zamora" del Regimiento de Infantería "Isabel la Católica" N.º29.** En función de los conocimientos adquiridos en los dos puntos anteriores, se analiza en las maniobras realizadas con este batallón entre el 2 al 16 de octubre de 2022 las diferentes etapas y reglas impuestas mediante observación y experimentación directa. Los datos recabados serán los que guiarán la identificación de debilidades y propuestas de mejora.

- **Fase 4. Realización del estudio de costes que supondría la implementación de ATAK como herramienta de mando y control de una compañía de Infantería motorizada en el Batallón "Zamora" del Regimiento de Infantería "Isabel la Católica" N.º29.** Este estudio tiene en cuenta todos los aspectos contemplados en el protocolo de utilización y la formación, incluyendo también un análisis de riesgos.

A continuación, se citan y describen las herramientas utilizadas a lo largo de la metodología que se acaba de describir:

- **Consulta de bibliografía e informes especializados.** Se ha llevado a cabo un análisis de los trabajos de fin de grado, trabajos e informes de interés acerca de la materia para: (i) recabar información sobre la situación actual del mando y control dentro del Regimiento de Infantería "Isabel la Católica" N.º29 y (ii) obtener información de las posibles ventajas que aporta ATAK como herramienta de mando y control dentro de una unidad de infantería motorizada. Destaca la información extraída del TFG del Tte. D. Arturo Millán López "Planeamiento y ejecución de ejercicios y operaciones de una Compañía de Infantería mediante la aplicación ATAK" (Millán, 2021). Esta información ha sido empleada para elaborar los antecedentes y el marco teórico, así como para desarrollar las capacidades que otorga ATAK como herramienta de mando y control para una unidad de infantería motorizada.
- **Obtención de información complementaria.** Con el objetivo de complementar y ahondar en la información obtenida en la biografía, se llevó a cabo una serie de contactos con personal con experiencia en el uso de la aplicación dentro de la UCO y una observación directa durante un ejercicio a nivel batallón. Entre estos contactos cabe destacar la información aportada por el Cap. D. Jaime Hernández Ellacuría, el Tte. D. Jaime Lago López y el Sdo. D. Jerónimo Alejandro Rosa. Para el estudio y análisis del protocolo de uso establecido dentro del RI29 resultó crucial la observación directa y las lecciones aprendidas



extraídas durante la fase práctica llevada a cabo durante el ejercicio Beta Renedo VJTF de mantenimiento de capacidades ejecutado en la provincia de Valladolid del 2 al 16 de octubre de 2022. Aportó la información necesaria, asentó conocimientos y facilitó la extracción de lecciones aprendidas precisas para poder establecer unos puntos de mejora en este protocolo.

- **Entrevista.** Se define como la reunión de dos o más personas para tratar algún asunto. En este trabajo se llevó a cabo una entrevista abierta en la que no existe un esquema cerrado ni unas preguntas establecidas, si no que se busca estimular al entrevistado para que se exprese de forma libre sobre la materia a tratar (UDC, 2020). El entrevistado fue el Sargento Primero D. Rubén Gil Fontán. El sargento primero es diplomado en Operaciones Especiales y fundador de la empresa VIG-DRONE S.L. (<https://www.vigsecdrone.com/>), especializada en seguridad, emergencias y formación de pilotos de drones con la implementación de la aplicación ATAK. Se trata de un militar con amplios conocimientos sobre ATAK gracias a su experiencia de uso dentro de unidades de operaciones especiales y el trabajo que realiza en su empresa. La entrevista ([anexo 1](#)) aportó información precisa y de calidad sobre las necesidades existentes para la creación de la estructura necesaria para trabajar con ATAK, por lo que se constituye en un pilar fundamental para la realización del trabajo. Esta información se ha empleado para elaborar el apartado 4 “Desarrollo: análisis y resultados”.
- **Encuesta.** Definida como una técnica de recogida de datos mediante la aplicación de un cuestionario a una muestra de individuos. A través de las encuestas se pueden conocer las opiniones, las actitudes y los comportamientos de los ciudadanos (CIS, 2022). Los encuestados elegidos pertenecen a la sección de defensa contra contracarro que, previamente a ser encuestados, recibieron una formación inicial sobre la aplicación. Esta formación fue impartida por el Tte. D. Jaime Lago López. No se hizo distinción entre empleos o escalas dentro del personal encuestado para tener una visión completa y global del sentir general. De los resultados se pudo extraer: (i) información valiosa acerca de los conocimientos previos del personal sobre ATAK; (ii) necesidades y carencias de *hardware*, (iii) opinión sobre las teóricas impartidas y la posibilidad de impartir nuevas sesiones y (iv) su visión personal acerca de la aplicación como herramienta de mando y control.
- **Radar Chart.** Es una herramienta visual de gestión de adquisiciones que compara diferentes variables cuantitativas en un plano bidimensional. Se realiza una comparación entre dos o más entidades en función de uno o más parámetros. A través de un código de colores se observan las diferentes opciones para favorecer la toma de decisiones (Wondershare, 2019). Se ha utilizado para comparar un total de ocho prestaciones de cuatro dispositivos móviles presentes en el mercado, de tal manera que el gráfico muestra aquel que tiene las mejores características de una manera objetiva, siendo el elegido para el presupuesto económico en la categoría de hardware.
- **Estudio económico.** Se entiende como un estudio económico aquel que “contempla la viabilidad económica y el impacto que tendrá el proyecto en el ámbito financiero, tanto individual como empresarial” (EUROINNOVA, 2020). En este tipo de evaluación económica figura de manera sistemática y ordenada la información de carácter monetario, en resultado a la investigación y análisis efectuado de los factores que lo conforman. Este estudio económico se realiza con el objetivo de presentar un presupuesto aproximado para cada una de las opciones disponibles en las categorías de estudio en el apartado 4.4 “Estudio económico para la implantación de la aplicación ATAK”. Para la realización de este se ha llevado a cabo una investigación para localizar las diferentes opciones a comparar y un presupuesto económico en función del número de unidades requeridas y las versiones disponibles en el mercado.
- **Análisis de Riesgos.** Los riesgos se definen como eventos o condiciones inciertas que, si



se producen, tiene un efecto positivo o negativo sobre uno o más elementos de análisis. El objetivo del análisis es la identificación de los riesgos para aumentar la probabilidad e impacto de los eventos positivos (oportunidades) y disminuir la de los eventos negativos (Riesgos). Tras la identificación de los riesgos se realiza una clasificación y priorización de los riesgos identificados mediante una matriz de probabilidad e impacto. (Oficina de Proyectos, 2022). A través de este análisis, se han identificado un total de nueve riesgos relacionados con las distintas opciones presentadas para la creación de la estructura del ATAK. Estos riesgos han sido clasificados de tal manera que, para aquellos identificados como más peligrosos, se ha creado una propuesta para paliar o eliminar sus posibles efectos negativos.

### 3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

A continuación, como antecedente y marco teórico que guía la realización de este trabajo, se lleva a cabo un análisis de la situación actual del mando y control del RI al que pertenece el Batallón “Zamora”, poniendo de manifiesto sus debilidades. Seguidamente, se exponen las capacidades potenciales de la aplicación ATAK que, según la bibliografía, pueden paliar o mitigar esas debilidades.

#### 3.1 Situación actual del mando y control en el Regimiento de Infantería “Isabel la Católica” Nº29.

En primer lugar, hay que definir el concepto de “mando y control”. Si se definen sus componentes independientemente se puede extraer que, según la RAE, “mando” es la “autoridad y poder que tiene el superior sobre sus súbditos” y “control” se define como “comprobación, inspección, fiscalización, intervención”. Pero si atendemos a su significado en conjunto desde el prisma militar, la función de mando y control comprende las actividades relacionadas con el ejercicio de la autoridad y la dirección de las fuerzas asignadas para el cumplimiento de la misión. La finalidad del mando y control es pues asegurar que las operaciones se llevan a cabo de acuerdo con las directrices del comandante (MINISDEF, 2018).

La función de mando y control (C2) se realiza a través de conjuntos de elementos interrelacionados que desarrollan las acciones necesarias para proporcionar al mando, en tiempo útil, el conocimiento de la situación, constituyendo el soporte necesario para la toma de decisiones, la transmisión de órdenes y el control de su ejecución. Este conjunto de elementos, medios, equipos y personas componen un sistema de mando y control (C2S) (Nato Standardization Office, 2017).

Dentro del mando y control es fundamental la conciencia situacional que permita decidir y actuar en función a todos los parámetros que rodean al jefe. Para actuar en consecuencia el Coronel de aviación de la USAF John Boyd creó el ciclo O.O.D.A basado en la observación, orientación, decisión y acción, del inglés *Observe – Orient – Decide – Act*. (Figura 1). Este bucle permite llevar a cabo un análisis de la situación para tomar una decisión en función de las amenazas que rodean al combatiente (Cabello, 2001).

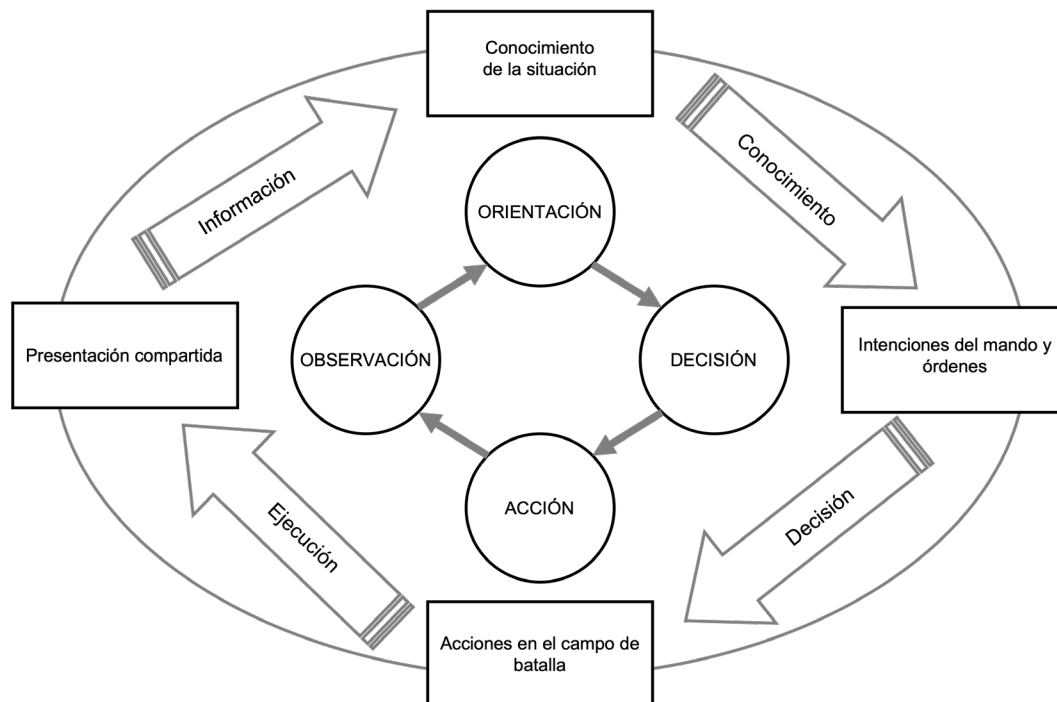


Figura 1: Ciclo OODA. Elaboración propia.

Según el manual de Doctrina PD2-002 “Funciones de Combate” (MADOC, 2013), la función de combate mando es aquella función del combate que comprende el conjunto de actividades mediante las cuales se planea, dirige, coordina y controla el empleo de las fuerzas y de los medios en las operaciones (Martínez, 2020). A partir de la definición de mando y control y de la función de mando en el combate es necesario analizar la situación actual de mando y control en el RI29.

El mando y control del RI29 está fundamentado en el sistema BMS y las transmisiones. El BMS (*Battlefield Management System*) es una herramienta de mando y control del Ejército de Tierra que permite la transmisión de mensajería, alertas, planeamientos, localización, etc... al mismo tiempo que puede ser conectado a SIMACET, el sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra. Esto proporciona la capacidad de planear, ejecutar y conducir la maniobra al mismo tiempo que es seguida desde el Puesto de Mando.

El sistema BMS se integra en una *Tablet* que se instala en el vehículo que corresponda. En este caso en los vehículos de los jefes de compañía y en los vehículos de los jefes de las secciones independientes como la Sección de Reconocimiento, la Sección de Defensa Contra Carro y la Sección de Morteros. De este modo, desde el PC Bon<sup>2</sup> se puede seguir el movimiento de las unidades y, si el jefe de batallón lo considera oportuno, corregir la maniobra y dar las órdenes que crea necesarias. Existe la posibilidad de no llevar la *Tablet* en el vehículo, de tal manera que se puede transmitir la posición de la unidad y se mantiene enlace a través de la radio, pero se pierde la capacidad de observar el despliegue y de recibir indicaciones y órdenes a través de esta. Esto se produce cuando el número de *tablets* es inferior al número total de vehículos que deberían llevarlas, por lo que se prioriza en función a las necesidades del mando.

Así mismo, el enlace se mantiene por vía radio a través de las transmisiones. Para ello se crean dos mallas, una de batallón hasta entidad compañía, incluyendo a las secciones independientes, y otra de compañía en la que se incluye al jefe de sección. Para ello, los vehículos que estén conectados a ambas mallas deben llevar doble bastidor con dos radios

<sup>2</sup> Puesto de mando a nivel batallón.



vehiculares instaladas o en su defecto, radios portátiles. En el caso del enlace dentro de una sección, ante la ausencia de radios PR4G-V3 se emplean radios portátiles tipo Baofeng.

Entre las limitaciones del sistema BMS extraídas del TFG del Teniente Juan Manuel García Sobrido "Capacidades y limitaciones del sistema BMS" (Sobrido, 2017) cabe destacar una muy importante respecto a la arquitectura de red de este. La radio PR4G-V3 con onda SUPERMUX<sup>3</sup>, utilizada para la transmisión de la información, no posee el ancho de banda suficiente, provocando un significativo retraso en el envío de los datos e incluso, puede llegar a colapsar el sistema. Por esto una de las conclusiones que se extraen en el citado TFG es que resulta fundamental contar con un sistema radio con un mayor ancho de banda o con un sistema de mando y control que proporcione fluidez y transmisión de datos de manera instantánea. Esta limitación provoca que la latencia con la que se actualiza la posición de las unidades sea muy alta y, por lo tanto, sobre todo en el caso de unidades embarcadas en vehículos, puede llevar a error el posicionamiento marcado en el sistema BMS respecto a las coordenadas que pueden ser transmitidas vía radio.

Esta limitación fue testada por el teniente D. Juan Manuel García Sobrido (Sobrido, 2017) que llevo a cabo una prueba Punto a Punto (ver [anexo 2](#)), con dos radios PR4G-V3<sup>4</sup> conectadas, y una prueba de varios usuarios (ver [anexo 3](#)), con cinco radios PR4G-V3 conectadas. De estas dos pruebas se puede destacar:

- Prueba Punto a Punto: se realizó el testeó en función a cuatro distancias: 1,5 km, 2,5 km, 3,5 km y 5 km y con archivos de 5 tamaños: 50KB, 100 KB, 200 KB, 500 KB y 1 MB. En ninguno de los casos el archivo más pesado fue recepcionado y a medida que aumentaba la distancia, menos archivos eran recibidos y mayor fue su tiempo de transmisión llegando a los 2 minutos y 36 segundos para transmitir un archivo de 50 KB a 5 km.
- Prueba de Varios Usuarios: fue realizada únicamente con un archivo de 50 KB de la que se puede extraer que conforme el número de usuarios conectados aumenta, el sistema tiene dificultad para asignar los recursos oportunos para cada uno, provocando un aumento en los tiempos de recepción.

De la misma manera, ante la carencia de medios e infraestructura, no existe la capacidad suficiente para integrar el sistema en todos los elementos que serían necesarios para un mando y control total sobre todas las unidades. Así mismo, existe un problema de integración con otros sistemas de mando y control, como con sistemas OTAN y, sobre todo, con TALOS, el cual permite la coordinación y ejecución de apoyo de fuegos y es utilizado por la artillería y, en el Batallón "Zamora" por la sección de morteros, que emplea los morteros de 81 mm CARDOM<sup>5</sup> embarcados sobre VAMTAC.

Otra de las limitaciones del BMS reside en su arquitectura: diseñada para trabajar con Windows XP, Sistema Operativo que hace años perdió el soporte oficial por parte de Microsoft, aunque esto no impide que el sistema de mando y control funcione. Su desventaja reside en trabajar con un software anticuado que puede provocar problemas de seguridad informática (Jurado, 2019).

También, teniendo en cuenta las capacidades de la radio en las que se incluye la localización GNSS, capacidad denominada Blue Force Tracking, cabe destacar que, en el caso

---

<sup>3</sup> Onda que permite una mayor capacidad de transmisión de información.

<sup>4</sup> Radio militar en dotación con una gama de frecuencia de 30-88 MHz y 230 canales en pasos de 25KHz.

<sup>5</sup> Mortero embarcado sobre vehículo con sistema TALOS con una cadencia de 12 disparos por minuto y una precisión de 20 metros. (MINISDEF, 2012)



de perder dicha señal, el enlace vía radio se pierde, provocando una gran limitación. Durante las maniobras realizadas en Valladolid del día 8 al 16 de octubre, la sección de defensa contra carro perdió señal GPS encontrándose a 1200m del PCBon con línea de visión directa, por lo que se perdió al mismo tiempo la sincronía. Ante lo cual, la sección estuvo sin enlace durante varias horas hasta poder reemplazar el elemento de geoposicionamiento.

De la misma manera, solo un vehículo de cada entidad puede llevar la radio enlazada. Es decir, aunque dos PR4G-V3 de una sección lleven el número de abonado y la malla cargada, solo uno de los dos puede estar conectada y para conectar la segunda debe apagarse la primera. Por lo que se crea una limitación a la hora de doblar las medidas de coordinación dentro de cada unidad.

Por todo esto se observa que el sistema BMS es una herramienta de apoyo al mando y control que cuenta con grandes limitaciones que podrían ser subsanadas o paliadas trabajando conjuntamente con otras herramientas de mando y control o nuevos sistemas de transmisión.

### **3.2 La aplicación ATAK como potencial herramienta de mando y control en el ET.**

La aplicación ATAK, basada en GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite), es una herramienta de mando y control desarrollada por el Gobierno de los Estados Unidos que cuenta con un número elevado de capacidades para el Ejército de Tierra. La aplicación, incluso cuando el usuario no está conectado con otros dispositivos, proporciona grandes ventajas en el planeamiento y navegación gracias a sus múltiples herramientas que serán expuestas a continuación, las cuales han sido extraídas del manual y otras fuentes escritas y gráficas existentes sobre la aplicación ATAK, entre ellas destacan los TFG's de los entonces Alféreces Boloix, Camacho y Millán (ver Boloix 2020, Camacho, 2020 y Millán, 2021), la experiencia previa de efectivos destinados en la UCO de destino en las PEXT que han trabajado con esta aplicación y, finalmente, de la experimentación personal.

La geolocalización de todos los usuarios otorga una conciencia situacional completa durante la ejecución y la conducción, esto significa que la aplicación aporta al usuario la capacidad de situarse en el entorno conociendo en todo momento los factores que le rodean para poder actuar en consecuencia. En cuanto al mando y control, favorece la toma de decisiones en los entornos más complejos al adquirir, procesar e interpretar la información que se recibe. Esto se debe principalmente a la capacidad de ver en tiempo real, con una latencia de apenas unos segundos, la localización de todo el personal conectado, al mismo tiempo que la información fluye entre los usuarios. De igual manera, la conciencia situacional completa favorece el ciclo de decisión, reduciendo el caos y la incertidumbre que caracteriza a los campos de batalla.

Existe la capacidad de llevar a cabo un planeamiento completo gracias a sus herramientas para la creación de *waypoints*, *tracks*, figuras como polígonos y círculos, simbología convencional o herramientas para observar zonas vistas y ocultas. Una vez realizado el planeamiento puede ser enviado, mediante paquetes de datos, por el chat a los usuarios que uno considere oportuno.

Gracias al servicio de mensajería establecido dentro de la aplicación, el enlace entre los miembros de la unidad es pleno. De esta manera, se favorece la coordinación y la transmisión de información entre las unidades aliadas y las unidades adyacentes.

Se pueden conectar un número suficiente de usuarios como para dotar de dispositivos móviles a un batallón de infantería desde el jefe de batallón hasta los jefes de escuadra. Estos usuarios se pueden dividir en distintos grupos, lo equivalente a mallas de radio, en función de las unidades y cada usuario tiene la capacidad de decidir que grupos o usuarios quiere ver en su pantalla u ocultar para no ver su ubicación. Por esto se puede observar que existe una capacidad



para adaptar la información recibida a cada uno de los escalones de mando, por ejemplo, el jefe de batallón puede ver en su pantalla todos los usuarios del batallón que estén conectados o si lo prefiere ver solo a los jefes de compañía y de sección.

Así, ATAK cumple con las principales necesidades de mando y control del ET: (i) un sistema de mando y control que permita un rápido y continuo flujo de información entre los miembros de cada unidad para favorecer la toma de decisiones de manera instantánea. De esta manera se propicia un mayor dinamismo dentro de las operaciones (MADOC, 2013); (ii) la necesidad de conocer la información y los sucesos en tiempo real para ser capaz de dirigir las operaciones militares con un mayor control del entorno, una mayor precisión y acortando los ciclos de decisión (MADOC, 2013); (iii) contar con un sistema que pueda adaptarse a la asimetría de los nuevos escenarios y a la batalla por la información y el conocimiento (Marín, 2017); y (iv) un C2S que cumpla con la transformación digital, enmarcado en la BRIGADA 2035<sup>6</sup>, dentro del campo de batalla para acortar el ciclo de decisión y conseguir la superioridad de la información frente al enemigo (JEME, 2022).

## 4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 4.1 Necesidades de mando y control en una compañía de infantería motorizada en ambientes de combate convencional.

Como se ha indicado anteriormente, este TFG utiliza como caso de estudio el Batallón “Zamora” del RI29 para conocer las necesidades de mando y control en una compañía de infantería motorizada en ambientes de combate convencional. En concreto, este análisis se centró en las compañías de infantería motorizada del citado Batallón.

En estas compañías el personal se desplaza embarcado sobre vehículos, (en este caso concreto sobre VAMTAC<sup>7</sup>), por lo que los movimientos se realizan de manera rápida, atravesando varios kilómetros en pocos minutos, complicando, en ciertas ocasiones, el mando y control de las unidades.

Dentro de las necesidades de mando y control se distinguen dos fases, la fase de planeamiento y la fase de ejecución y conducción:

- En la **fase de planeamiento** es necesario analizar la misión, estudiar los factores de la situación, considerar las LA,s y tomar una decisión. Como dijo Dwight. D. Eisenhower “Preparándome para la batalla siempre he encontrado que los planes son inútiles, pero el planeamiento es indispensable” (Eisenhower, 1957), por lo que hay que ser capaz de mandar para tener la capacidad de decidir. Para la realización del planeamiento es necesario poseer una herramienta que permita: (i) trabajar con la cartografía de la zona de operaciones; (ii) un correcto análisis del terreno; (iii) dibujar las diferentes acciones y medidas oportunas sobre la cartografía; y (iv) enviar de manera sencilla el planeamiento realizado a los miembros de la unidad que el jefe considere oportuno.

<sup>6</sup> La Brigada 2035 es el modelo que se está diseñando para la adaptación del Ejército español al entorno operacional que se prevé en el horizonte de ese año. (Ejército de Tierra, 2020)

<sup>7</sup> Vehículo de alta movilidad táctica de entidad escuadra, hasta 5 militares, de cuatro ruedas y capacidad para portar armamento pesado.



- En la **fase de ejecución y conducción**, las necesidades en cuanto a mando y control aumentan. La conciencia situacional ejerce un papel fundamental en el que las transmisiones aportan la capacidad de transmitir órdenes y mantener el contacto entre los miembros de las unidades. Así mismo, el carácter motorizado del Batallón “Zamora” provoca unos despliegues amplios que, en muchas ocasiones, propicia falta de visión directa entre los vehículos de una misma sección, ante lo cual resulta fundamental contar con medios para controlar la ejecución de la operación, tales como el BMS o el ATAK. Estos medios deben tener un carácter de geolocalización para otorgar al usuario la capacidad de navegar y al mismo tiempo la capacidad de ser controlado en tiempo real por los jefes de unidad.

La descentralización de las unidades es una de las características principales del combate convencional, en el que se combinan el despliegue de vehículos con personal a pie. Por ello, surge la necesidad de trabajar con una tecnología de geolocalización capaz de albergar a todos los miembros de una unidad, no solo a los jefes de unidad como ocurre con el sistema BMS (Boloix, 2020).

Por todo esto se extrae que las principales necesidades para el mando y control de una unidad de infantería motorizada residen en: (i) **controlar la conciencia situacional completa** para la toma de decisiones en función a los factores que se encuentran en la zona de acción, ZA; (ii) **tener un enlace total** entre las unidades propias y las adyacentes para una correcta comunicación y coordinación; y (iii) **conocer la localización** de la unidad propia y las aliadas para poder actuar en consecuencia con los despliegues.

## 4.2 Capacidades potenciales de la aplicación ATAK para mando y control de una compañía de infantería motorizada en ambientes de combate convencional.

A continuación, se distinguen las capacidades potenciales de la aplicación ATAK más relevantes para las dos fases claves del mando y control en una compañía de infantería motorizada en ambientes de combate convencional: la fase de planeamiento y la fase de ejecución y conducción.

### 4.2.1 Capacidades potenciales en la fase de planeamiento.

El planeamiento operacional se lleva a cabo mediante: (i) el conocimiento inicial de la situación; (ii) la apreciación operacional del entorno estratégico; (iii) el análisis de la misión; (iv) desarrollo de las líneas de acción; y (v) desarrollo del Concepto de la Operación y el Plan de Operaciones (MINISDEF, 2018). Todo ello con el objetivo de facilitar al comandante o jefe la acción de mando dentro de una operación. Entre las herramientas con las que cuenta ATAK para el planeamiento se encuentra:

- **Mapas base.** ATAK tiene la capacidad de incluir cartografía que favorece la apreciación del terreno y el entorno, facilitando la acción de mando. De esta manera se facilita la toma de decisiones. Entre la cartografía compatible con la aplicación ATAK destaca: (i) la cartografía topográfica; (ii) ortoimágenes; y (iii) Modelos Digitales del Terreno (MDTs) (Millán, 2021).
- **Creador de waypoints, tracks y herramienta de dibujo.** Tres herramientas que combinadas permiten realizar un planeamiento completo, como se puede observar en la Figura 2, mediante la localización de las posiciones propias y enemigas, el diseño de los itinerarios a seguir por las unidades y la creación de las coordinaciones e instrucciones necesarias para el cumplimiento de la misión (Millán, 2021).

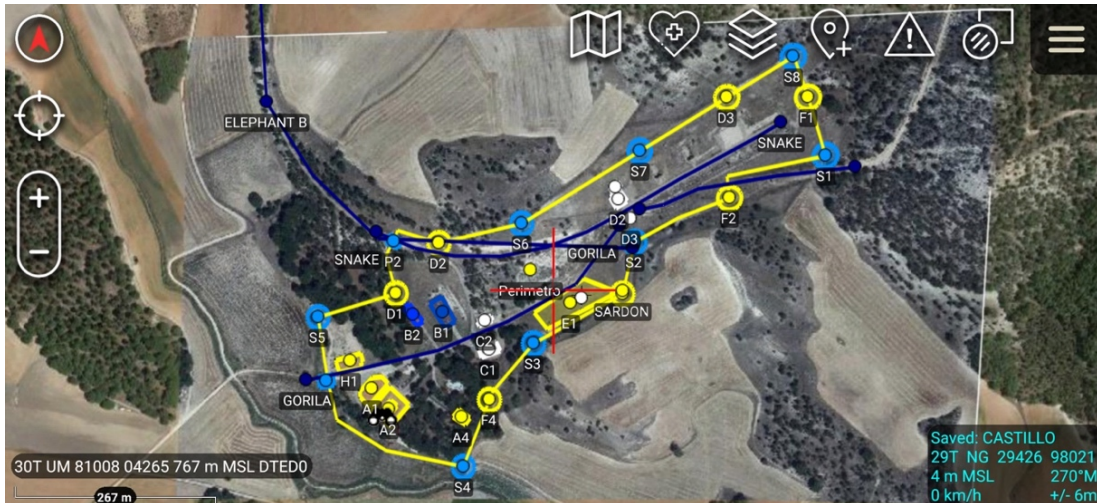


Figura 2: Planeamiento completo en ATAK. Elaboración propia

- **Elementos en 3D.** Favorecen la apreciación del espacio en relación con los tamaños reales. Como se observa en la Figura 3, se puede incluir los edificios en 3D de nuestra zona de acción para facilitar el planeamiento y la conciencia situacional. Este modelado se puede obtener en la Sede Oficial del Catastro (<http://www.sedecatastro.gob.es>) en formato KML.

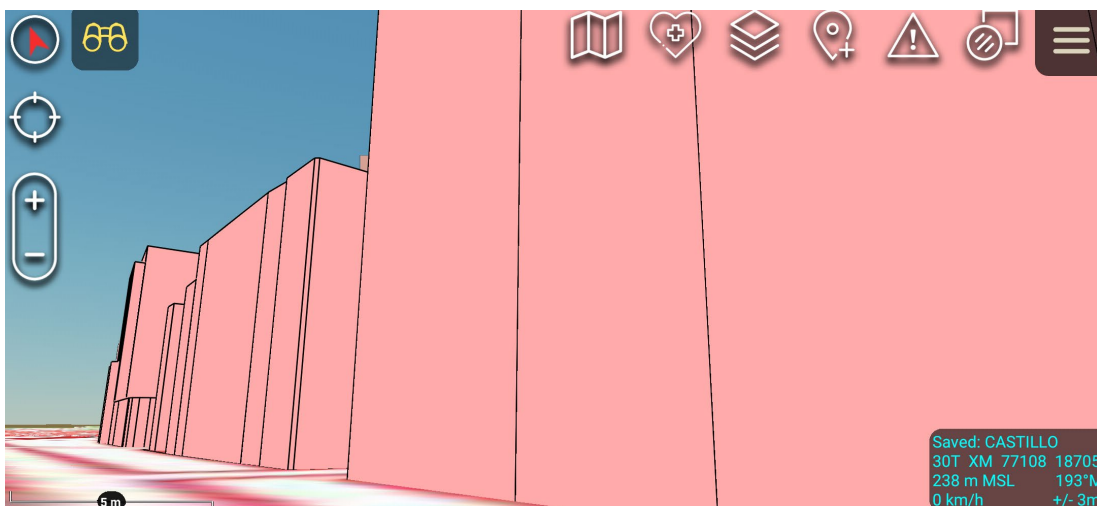


Figura 3: Modelado 3D de C. del Coso 51-79 Zaragoza. Elaboración propia

- **Medidor de distancias y orientaciones.** Esta herramienta favorece el planeamiento al poder apreciar de manera exacta las distancias y orientaciones entre dos puntos, al igual que, gracias al Modelo Digital del Terreno, la diferencia de altura entre dos localizaciones (Millán, 2021).

#### 4.2.2 Capacidades potenciales en la fase de ejecución y conducción.

La fase de ejecución y conducción es uno de los momentos cruciales en la consecución de una operación. Por ello, contar con una serie de herramientas que favorezcan el mando y control resulta fundamental para cumplir con la misión:

- Entre las capacidades para la designación de objetivos o informar de contacto con el enemigo existen dos herramientas: **Digital Pointer Tool**, que permite designar hasta 3 objetivos en el plano cuya posición es enviada instantáneamente al resto de personal sin tener que



seleccionarlo manualmente, y **Emergencia**, que posibilita informar de un TIC<sup>8</sup>, *troops in contact*, que solo con seleccionar la herramienta, sin necesidad de marcar ninguna ubicación, es enviada a los usuarios conectados que reciben una notificación en su dispositivo.

- Existe la posibilidad de enviar informes como el **MEDEVAC**, cuyo formato viene predeterminado para rellenar sus 9 líneas de una manera fácil y cómoda y ser transmitido por el chat de la aplicación a un usuario determinado o a todos los usuarios de un grupo (ver Figura 4). También permite acceder al informe completo para su lectura y transmisión vía radio. Por otro lado, el código de la aplicación está abierto a los desarrolladores, por lo que existe la posibilidad de introducir nuevos tipos de informes, como el de 10 líneas<sup>9</sup>.

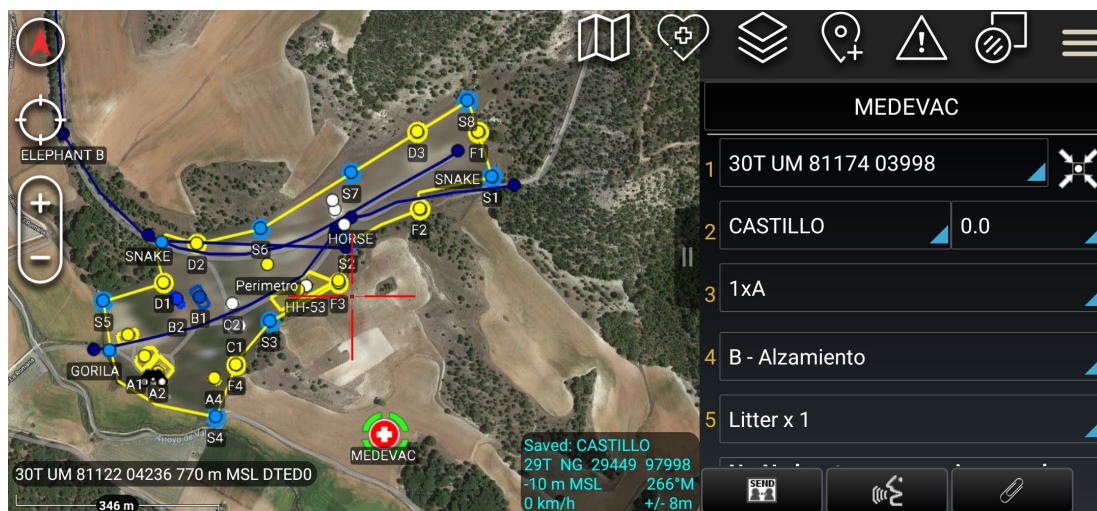


Figura 4: Captura de pantalla del ATAK de un MEDEVAC. Elaboración propia.

- **Plugins.** Con el objetivo de aumentar las capacidades de la aplicación, se pueden instalar aplicaciones complementarias a ATAK, denominadas **plugins**<sup>10</sup>, para conectar una radio civil o militar, enviar imágenes georreferenciadas, aplicaciones de cálculos de tiro de precisión o conexiones con aplicaciones externas que facilitan la conexión de elementos de comunicación como antenas o drones.
- **Drones.** Los conflictos bélicos actuales, como la guerra Rusa-Ucraniana, están demostrando el papel fundamental que tienen los **drones** para la localización y designación de objetivos, la corrección de apoyo de fuegos o, directamente, como armas. Estos drones pueden ser conectados a la aplicación ATAK en la que se ve su posición sobre el plano, su cono de visión y el punto en el que está enfocando el centro de la cámara y, a su vez, la imagen del dron puede ser transmitida para que sea recibida por otro usuario. Esto otorga grandes capacidades entre las que pueden destacar: (i) levantamiento de objetivos y posiciones enemigas; (ii) reconocimiento de itinerarios o de posibles IEDs de manera segura sin tener que desembarcar al personal; o (iii) corregir un tiro de artillería o morteros de manera precisa, mandando en tiempo real la posición del objetivo y el impacto del proyectil de tal manera que se facilite la corrección de las piezas y la introducción de los datos en el sistema TALOS,

<sup>8</sup> Tropas en contacto, hace referencia al encuentro con el enemigo con intercambio de fuego.

<sup>9</sup> Informe con el objetivo de detallar de manera precisa un artefacto explosivo que se ha encontrado.

<sup>10</sup> *Plugin*: aplicación que se instala como complemento a ATAK para otorgar nuevas capacidades como: GRG Builder, Compass Nav o VNS.



ahorrando tiempo en comparación con el sistema tradicional de observación y corrección.

- Por otro lado, la aplicación ATAK aporta una **conciencia situacional completa** que permite una rápida toma de decisiones al conocer el entorno que nos rodea, las amenazas y la posición de los elementos de la unidad propia. Esto se debe a la geolocalización de todos los dispositivos conectados combinado con la cartografía, posibilitando observar la localización exacta de todos los vehículos (Millán, 2021).
- Para favorecer la coordinación y la comunicación se puede emplear el **chat** de la aplicación. Este servidor de mensajería favorece el enlace entre los miembros de unidad gracias al envío de mensajería, imágenes y documentos en tiempo real. Esta herramienta, combinada con los sistemas radio en dotación que existen en las unidades, proporciona un enlace completo para el correcto desempeño de la función de mando y control.

Por todo lo expuesto anteriormente, queda reflejado que la aplicación ATAK recoge una serie de **capacidades suficientes** para ser empleada **como herramienta de mando y control** para unidades de infantería motorizada. Facilita las fases de planeamiento, ejecución y conducción, reduce el ciclo de decisión, aporta interoperabilidad con otros sistemas vigentes, su geolocalización proporciona una conciencia situacional completa y su sistema de mensajería favorece el enlace entre los miembros de la unidad.

### **4.3 Análisis del protocolo de utilización de ATAK como herramienta de mando y control en el Regimiento de Infantería “Isabel la Católica” Nº29.**

La implementación de la aplicación ATAK como herramienta de mando y control en el Batallón “Zamora” se encuentra en su fase inicial. Actualmente, gracias al impulso y trabajo realizado durante la preparatoria para el despliegue en Mali dentro de EUTM MALI XX<sup>11</sup>, la compañía de mando y apoyo es la unidad con mayor grado de conocimiento sobre la materia.

A continuación, se muestra un análisis del protocolo de uso establecido dentro de la compañía de mando y apoyo (MAPO) y un estudio de las debilidades y puntos de mejora encontrados durante la fase práctica llevada a cabo en las maniobras realizadas del 2 al 16 de octubre de 2022 en el campo de maniobras y tiro de Renedo-Cabezón dentro del ejercicio Beta Renedo VJTF<sup>12</sup> de mantenimiento de capacidades.

#### **4.3.1 Análisis del protocolo de uso en el Regimiento de Infantería “Isabel la Católica” Nº29**

En la actualidad el RI29 está iniciando la implementación de la aplicación ATAK como herramienta de mando y control al mismo tiempo que emplea el sistema BMS. En concreto, la compañía pionera, y que ya usa en su totalidad la aplicación, es la compañía de MAPO del Batallón Zamora.

El protocolo de uso establecido gestiona la aplicación mediante una serie de VPNs gratuitas a través de la aplicación ZeroTier que permite conectar hasta 25 dispositivos para trabajar con ATAK. En la actualidad están establecidas 3 VPNs:

- RI29. VPN de regimiento al completo.

<sup>11</sup> Misión europea para mejorar las capacidades del Ejército de Mali. Rotación Nº20.

<sup>12</sup> VJTF: fuerza conjunta de muy alta disponibilidad. Brigada multinacional de la OTAN cuyo objetivo es estar en disposición de responder en pocos días.



- Batallón “Zamora”. VPN del batallón en la que se incluyen a los jefes de compañía y a los jefes de las secciones independientes.
- Dragones. VPN de la compañía de mando y apoyo en la que se incluye un dispositivo por cada uno de los vehículos de la compañía. En el caso de las maniobras realizadas en Renedo fueron 19 dispositivos en total.

Estas VPN son creadas desde la página web de ZeroTier ( <https://www.zerotier.com> ) y gestionadas desde S3<sup>13</sup> de batallón en el caso de las dos primeras y del jefe de compañía en el último caso. Estas redes son administradas de tal manera que todo el personal con la aplicación ZeroTier instalada recibe un ID<sup>14</sup>, que debe introducir en la aplicación para poder conectarse a la VPN. Dicha red privada, en el ámbito de la seguridad, se puede establecer en dos configuraciones: en la primera, el administrador debe aceptar a cada uno de los dispositivos que introduzca la ID, en la segunda, se constituye de manera abierta, por lo que cada usuario se conecta de manera automática al introducir el ID.

Todos los dispositivos se conectan a la VPN que les corresponda mediante red 3G/4G/5G

Una vez los usuarios están conectados, deben ser identificados según su indicativo, escrito en letras mayúsculas, establecido en la IBT<sup>15</sup>(por ejemplo, la sección de defensa contra carro tenía el indicativo 7P). Para identificar las distintas unidades y sus jefes, en el caso de MAPO, el jefe de compañía y cada jefe de sección se establecía con el *roll* de líder de equipo, por lo que en su elemento posicional aparecen las siglas TL (Team Leader) y cada sección tiene asignado un color: rojo para la sección de reconocimiento, azul para la sección de defensa contra carro, cian para la sección de morteros y rosa para el pelotón de observación. De tal manera que son fácilmente identificables en un simple vistazo a la pantalla (ver figura 5).

Así mismo, la aplicación, al separar cada sección por colores, reconoce a cada una de ellas como un “equipo”. Esto facilita la identificación de estos dentro del chat de la aplicación, de tal manera que los mensajes pueden ser enviados a un militar en concreto, a un conjunto de militares elegidos uno a uno o a un equipo, es decir, a un color, en su totalidad.

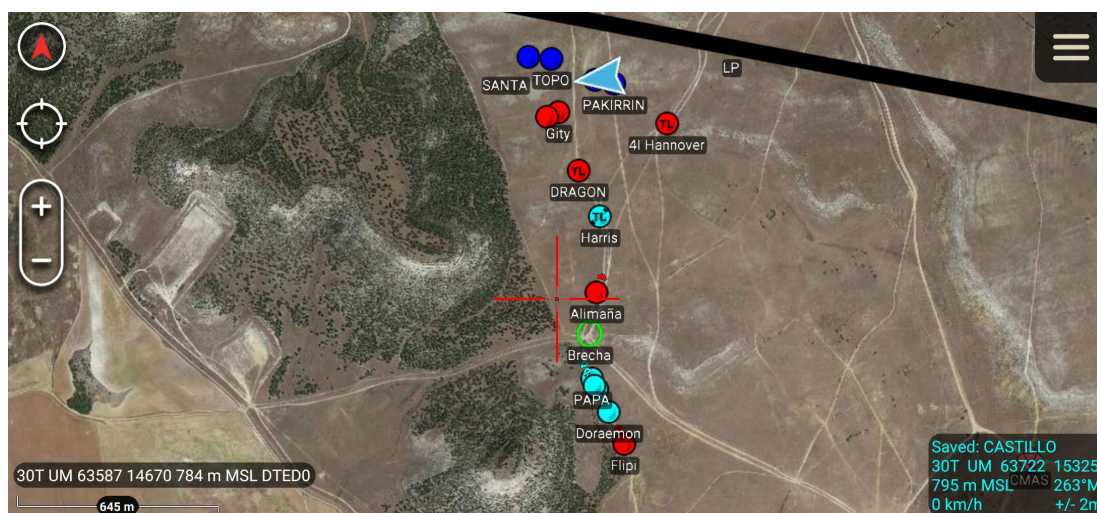


Figura 5: Ejemplo del despliegue de la cía MAPO. Elaboración propia.

<sup>13</sup> Tercera sección del batallón, encargada de las operaciones.

<sup>14</sup> Clave alfanumérica de 16 dígitos que identifica una VPN.

<sup>15</sup> Recoge los indicativos radios, las mallas, así como otras instrucciones de transmisiones.



Dentro de la fase de planeamiento, las herramientas más utilizadas en el protocolo son los *waypoints*, para denominar elementos en concreto, *tracks*, para la creación de rutas a seguir durante la ejecución de la operación, y las herramientas de dibujo, que permiten dibujar circunferencias, polígonos y figuras libres, que favorecen la creación de referencias sobre la cartografía. Estos planeamientos son enviados, mediante paquetes de datos, a través del propio chat de la aplicación.

La cartografía utilizada es repartida por cada jefe de sección. Se utilizan tres tipos: ortofotos, planos militares y mapas en formato imagen descargados directamente de IGN en formato MBTiles.<sup>16</sup> Dentro de la aplicación ATAK se puede pasar de un tipo a otro con los botones de subir y bajar el volumen.

Durante la ejecución de las operaciones, más de un militar de cada vehículo puede estar conectado a la VPN, pero en ese caso, solo un dispositivo debe llevar activada la opción de mostrar la ubicación para favorecer la localización de cada uno de los vehículos al solo observar un elemento por cada uno de ellos. En el caso de desembarcar el personal a pie, estos deben activar de nuevo la opción de mostrar su posición para localizarlos respecto al vehículo.

Respecto a la localización de objetivos o enemigos se emplea la herramienta *Digital Pointer Tool*, que permite la identificación de hasta tres enemigos al mismo tiempo. Esta opción está configurada de tal manera que desde el momento en el que el combatiente establece la alerta, ya tenga activada la opción de mostrar la ubicación o no, es enviada a todos los miembros conectados a la VPN con una línea recta que une el objetivo con el militar que lo ha avistado. De esta manera, cualquier otro usuario puede calcular su posición relativa en cuanto a rumbo y distancia con un toque. Como se puede observar en la figura 6, el vehículo de "PAKIRRIN" localizó y designó un objetivo mediante la herramienta detallada anteriormente y el operador del dispositivo móvil optó por calcular su posición relativa, que sale reflejada con una línea de color rojo con la distancia en metros y los ángulos en grados.

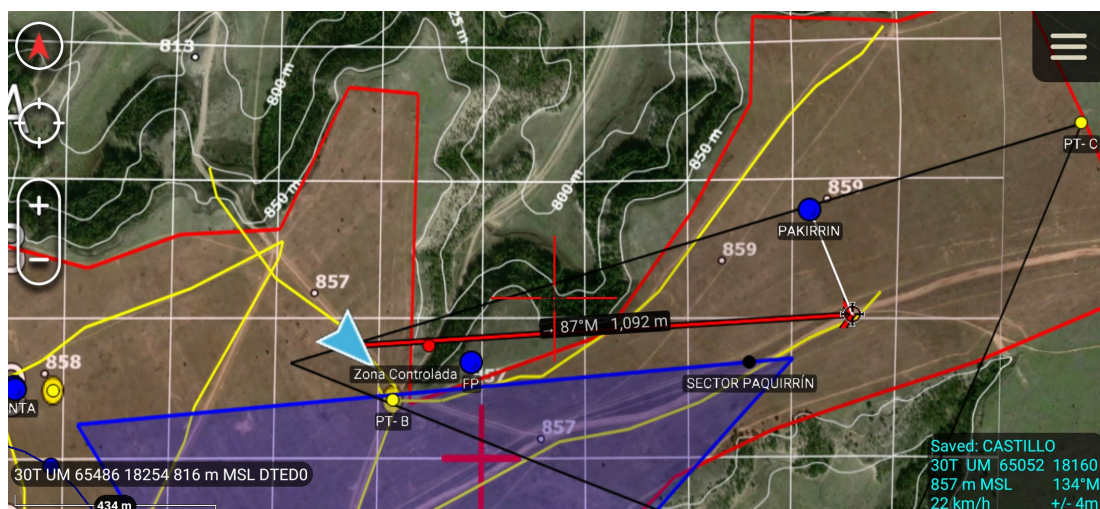


Figura 6: Ejemplo de designación de objetivo. Elaboración propia.

En el caso de sufrir un ataque que cause heridos o bajas, está establecido el uso de la herramienta MEDEVAC, que permite crear y enviar un formato 9 líneas de manera sencilla e intuitiva y ser enviado a través del chat del ATAK o mostrar el informe creado de manera simple para ser transmitido vía radio.

<sup>16</sup> Formato de mapas para ser visualizado en aplicaciones para móviles.



Respecto a la transmisión de órdenes se presentan dos opciones: la primera es mediante las transmisiones, pero cabe destacar que no todos los vehículos portan radio, por lo que también se puede emplear la segunda opción, el chat de la aplicación en el que se pueden escribir los mensajes que se deseen o enviar mensajes tipo que están preestablecidos por la aplicación y se pueden enviar con un simple *clíc*. En la figura 7 se pueden observar algunos de estos mensajes como: *Roger*, *at LCC*, *at VDO* o *at breach*.



Figura 7: Ejemplos de mensaje tipo. Elaboración propia.

#### 4.3.2 Prueba de uso durante el ejercicio Beta Renedo VJTF de mantenimiento de capacidades.

Desde el día 2 de octubre de 2022 hasta el 16 de octubre de 2022 se llevó a cabo el ejercicio Beta<sup>17</sup> Renedo VJTF de mantenimiento de capacidades en el campo de maniobras y tiro (CMT) Renedo-Cabezón, en la provincia de Valladolid. En este ejercicio, además del Batallón “Zamora” al completo, participó también la compañía de infantería “Rey Pelayo” del Regimiento de Infantería “Príncipe” N°3 en base a BMR<sup>18</sup> con el apoyo del Batallón de zapadores N°7, todas ellas pertenecientes a la Brigada “Galicia” VII.

Durante estas maniobras encuadradas en la última fase<sup>19</sup> de VJTF, denominada como *Stand Down*, se congregaron unidades ligeras, motorizadas en base a VAMTAC y ligero protegidas en base a BMR, por lo que el mando y control de estas, al mismo tiempo que tener una conciencia situacional de todas ellas, resultó fundamental. Esta conciencia situacional se obtuvo gracias al seguimiento de todas las unidades en tiempo real que proporciona la aplicación ATAK, por lo que, por ejemplo, el jefe de la compañía de mando y apoyo podía seguir como sus distintas secciones estaban desplegadas por todo el campo de maniobras, el jefe de una sección podía observar el orden de marcha de su personal y, al mismo tiempo, se podía tener localizada la posición de un vehículo que quedase inoperativo durante un desplazamiento.

Dentro de la compañía MAPO del Batallón “Zamora” se siguió el protocolo de uso establecido. Siguiendo el programa, la sección de defensa contra carro llevó a cabo el domingo 9 de octubre una operación defensiva sobre el polvorín de la localidad de Sardón de Duero. Para el planeamiento de la operación, como se puede observar en la Figura 8, se empleó la aplicación ATAK para realizar una designación de las distintas edificaciones, marcar el perímetro de la base, las distintas puertas y los sectores de estas, líneas de coordinación para las líneas de defensa, etc....

<sup>17</sup> Hace referencia a la entidad de las maniobras, en este caso batallón.

<sup>18</sup> Vehículo blindado de seis ruedas.

<sup>19</sup> La Brigada VJTF se mantiene durante 3 años dividido en 3 etapas: el primer año es la fase *Stand Up*, el segundo año la fase *Stand By* y el último la fase *Stand Down*. (MINISDEF, 2016)

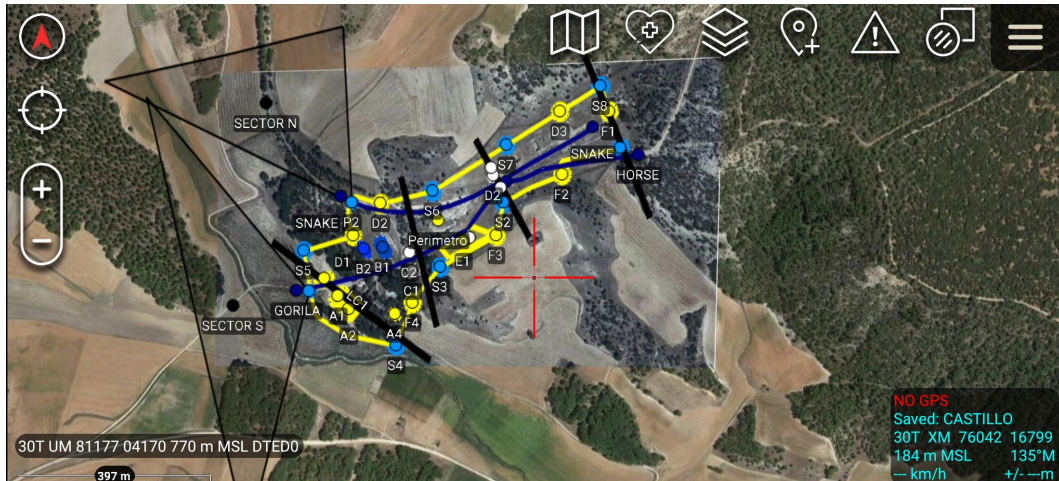


Figura 8: Planeamiento del plan de defensa del polvorin. Elaboración propia

Al día siguiente, desde las 23:00 hasta las 04:30, se llevó a cabo un ejercicio en el que la DCC estableció una línea de vigilancia dentro de un área a controlar, reflejada de color rojo en la Figura 8. La misión de la sección de reconocimiento y el pelotón de observación fue sobrepasarla e infiltrarse en la citada área sin ser vistos en dirección Sur-Norte. Para ello, se estableció con la aplicación ATAK un enrejillado<sup>20</sup> usando para ello el *plugin GRG builder*. Esta acción facilitó de forma significativa tanto la localización del personal como la designación de las tareas concretas que tenían que realizar. Así, como ejemplo, para transmitir la localización de la cota 856 que se observa en la Figura 9, solo era necesario emitir que se encuentra sobre E1. Así mismo, se puede observar la posición de dos pelotones: el primero formado por los vehículos de “SANTA” y “TOPO” en el Oeste de la zona a controlar, cuyo sector está marcado con un triángulo azul y el segundo formado por los vehículos de “FP” y “PAKIRRIN” en el sector Este delimitado por triángulo negro. Para la designación del personal observado mediante los medios de visión nocturna se utilizó, como así está establecido y se puede observar en la Figura 4, la herramienta *Digital Pointer Tool*. Estos objetivos fueron abatidos o levantados por el quinto vehículo que recibía los avisos vía ATAK y vía radio al mismo tiempo que realizaba patrullas por los itinerarios marcados en color amarillo.

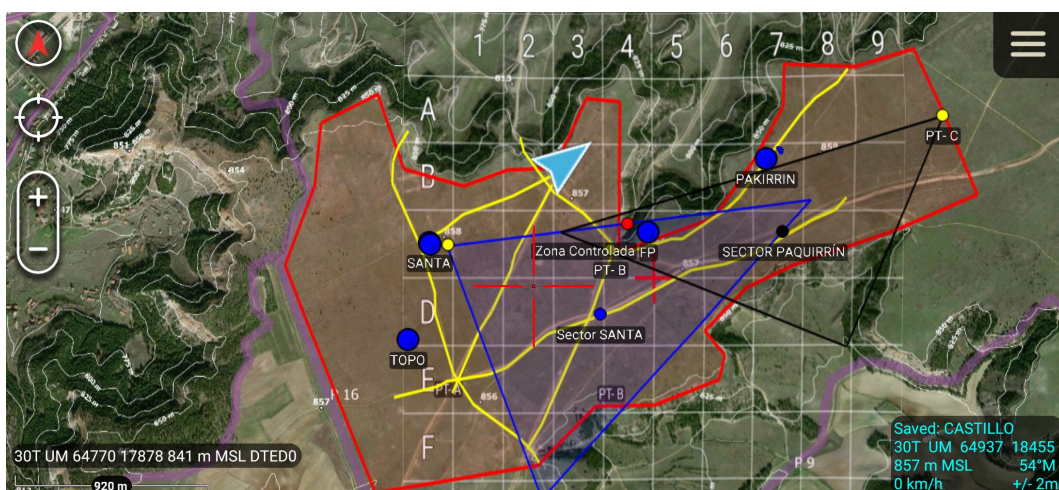


Figura 9: Captura de pantalla del área a controlar. Elaboración propia.

<sup>20</sup> Se dibuja una cuadrícula numerada de izquierda a derecha y con letras de la parte superior a la inferior para facilitar la localización de objetivos.



Dentro de la acción de designar un objetivo, se pudo complementar la labor realizando una fotografía del elemento observado, la cual, gracias al *plugin Tak GeoCam*, se puede enviar geolocalizada y con el cono de visión que recoge la cámara que realiza la imagen (ver Figura 10). Esta imagen se puede editar, realizando anotaciones o dibujos sobre la misma, insertarle un título y, como se observa en la parte inferior derecha de la imagen 9, se puede enviar a los combatientes que estén conectados a la VPN. Esto proporciona una visión clara de las características del objetivo.

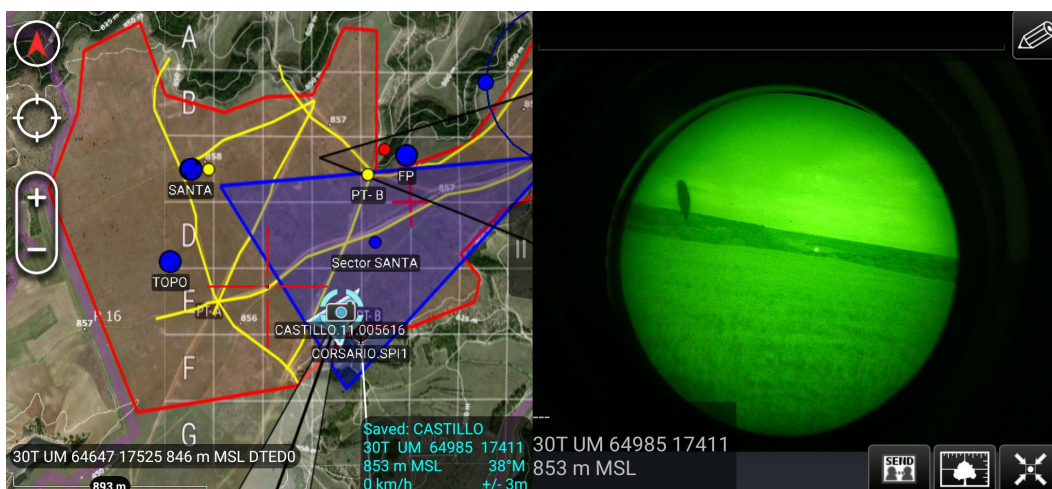


Figura 10: Captura de pantalla de una imagen realizada con Tak GeoCam. Elaboración propia

Ante un objetivo designado, la cuestión principal planteada residía en cómo apuntar el misil que se encuentra a varios kilómetros de distancia del objetivo sin LVD. Esto fue solucionado con la herramienta “brújula” de la aplicación ATAK, la cual permite calcular la posición relativa con rumbo y distancia. Con esto, el tirador observa una circunferencia alrededor de su posición, dividida en los 360°, y la línea que lo une directamente con el objetivo, por lo que solo tiene que cuadrar una con otra para realizar la secuencia de disparo (Figura 11).



Figura 11: Herramienta establecida sobre misil TOW. Elaboración propia.

Dentro de las actividades programadas del martes 11 de octubre se realizó un ejercicio de localización y designación de objetivos. Cabe destacar que dentro de los medios con los que cuenta la sección de DCC se encuentra el misil Spike-LR<sup>21</sup>, con un alcance máximo de 3750m, que puede realizar fuego sin tener línea de visión directa con el objetivo, por lo que, designar un

<sup>21</sup> Misil contra carro de origen israelí con tres modos de disparo: dispara y olvida, dispara y observa o manual.



objetivo y dar las indicaciones apropiadas al tirador para que pueda efectuar el disparo de manera rápida y eficaz, es una de las capacidades a trabajar. Para ello, se introdujo la herramienta de observación aportada por un dron que, sobrevolando el radio de acción del misil, era capaz de levantar objetivos sin tener que exponer al personal, convirtiéndola en una ventaja operativa al poder realizar fuego sin tener que poner en peligro a los militares para la designación de los objetivos.

Para ello, se utilizó un dron civil, el DJI Mini 2<sup>22</sup>, que, conectado a la aplicación ATAK, posibilitó la localización de vehículos. Para esto, se utilizó el *plugin UAS Tool*, que permite tener la imagen directa proporcionada por la cámara del dron. En esta visión se puede observar las coordenadas que marcan su centro de visión y su altitud sobre el suelo y, además la ortofotografía de base georreferenciada en la que se aprecia el posicionamiento del dron con su símbolo convencional según la APP-6<sup>23</sup>. Esto, combinado con la herramienta ya descrita *Digital Pointer Tool*, proporciona la capacidad de marcar los objetivos para que sean abatidos por los medios anti-carro. En la Figura 12 se puede apreciar una captura de pantalla del procedimiento descrito anteriormente. Se distingue la ortofotografía, la cámara del dron, su nivel de batería e intensidad de la conexión con el control remoto, velocidad, coordenadas del piloto, etc....



Figura 12: Designación de objetivos mediante dron. Elaboración propia.

Por otro lado, para cumplir la tarea encomendada de realizar un reconocimiento de una zona con el objetivo de localizar unos puestos de tiro se emplearon diferentes herramientas de las explicadas anteriormente. Se delimitó el área de asentamiento de la sección DCC con la herramienta de dibujo usando el color azul y se marcaron los distintos PTs con un *waypoint* al que se adjuntó una imagen de su sector de tiro para facilitar la función de vigilancia de los tiradores. Además, para fijar los mejores puestos de tiro posibles se empleó una herramienta más: la cuenca visual que, en base a un modelo del terreno, muestra las zonas vistas y ocultas desde la posición marcada. Por lo que, si se establece una altura de 3m, la altura aproximada de un tirado de Spike desde un vehículo VAMTAC, y un radio de 3750m, el radio máximo de eficacia del misil, se observan todas las zonas visibles y no visibles desde los puestos de tiro establecidos. Así pues, si se superponen las zonas vistas de cada uno de los puestos de tiro se obtiene control total sobre la zona a vigilar (ver figura 13). Por lo recientemente expuesto, la herramienta de cuenca visual se convierte en un buen instrumento para el planeamiento tanto de asentamientos

<sup>22</sup> Dron civil de 4 hélices, de pequeñas dimensiones, un peso total de 249g y una cámara con estabilización mecánica. (DJI, 2022)

<sup>23</sup> Sistema de simbología militar conjunta terrestre. Es utilizado a nivel OTAN.



como de puestos de tiro, pozos de tirador y puestos de observación.



Figura 13: Cuenca visual del PT-1. Elaboración propia.

En cuanto a la localización de objetivos se detectó que, en ciertas ocasiones, la transmisión vía radio de las características de lo observado no era precisa, ante lo cual se testó marcar dicho objetivo y, a su vez, adjuntar una o varias imágenes de este con el propósito de facilitar su localización. Como se puede observar en la siguiente figura (Figura 14) se marcó el objetivo O1 con un waypoint con dos archivos adjuntos: una imagen tomada con la cámara diurna del misil TOW 2A<sup>24</sup> y otra imagen realizada con la cámara térmica del mismo misil. De esta manera se solventa el problema de identificación de los objetivos marcados. En esta opción, a diferencia de las fotografías realizadas con el *plugin Tak GeoCam*, sí que se puede adjuntar a un waypoint y acceder a ellas a través de sus datos por medio del menú radial. En el caso del *plugin*, la imagen queda georreferenciada en el lugar en el que se tomó, por lo que sí que facilita la identificación, pero para ello se debe ver dónde está el objetivo marcado y seguidamente hacer *click* sobre la imagen que puede estar a varias cuadrículas de distancia.

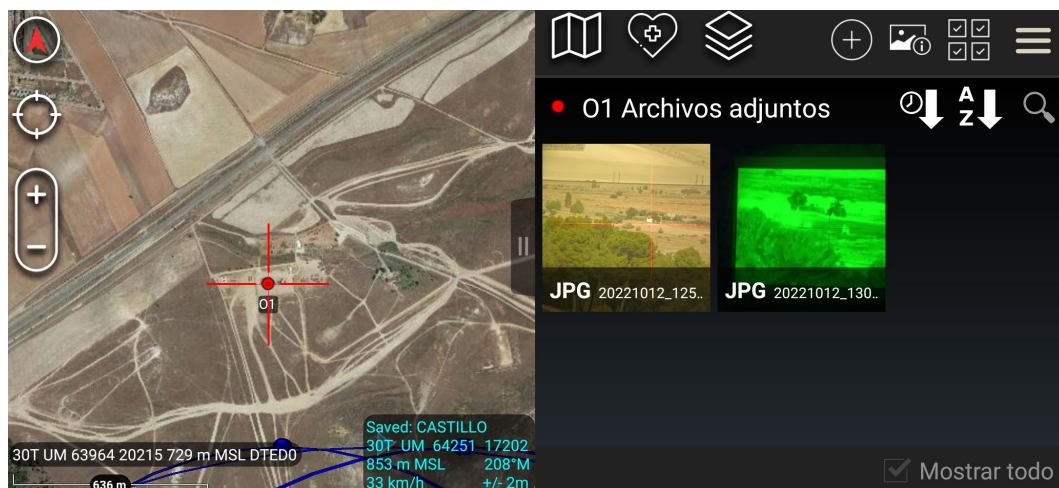


Figura 14: Ejemplo de imágenes adjuntadas a un waypoint. Elaboración propia.

En un ambiente de combate convencional es fundamental el apoyo de fuegos. El Batallón “Zamora” cuenta con una sección de morteros de 81mm CARDOM sobre VAMTAC, que llevan

<sup>24</sup> Misil contracarro de fabricación estadounidense que, en el caso de la DCC, va montado sobre VAMTAC. (MADOC, 2015)



a cabo el guiado de sus piezas mediante el sistema TALOS. También, dentro de la sección de armas de apoyo de cada una de las tres compañías de fusiles, existe un pelotón de morteros con morteros de 81mm a tierra. Estos morteros realizan acciones de fuego con tres posibles efectos técnicos en función de las bajas o daños materiales deseados: destrucción, neutralización o supresión y diferentes efectos tácticos: cegamiento, ocultación, señalamiento e iluminación. Estas acciones de APOFU (apoyo de fuegos), no solo causan daños personales y materiales, sino que también afectan de manera directa a la moral del enemigo durante el combate. Así mismo, las acciones de fuego de la sección de morteros constituyen la acción directa de mando del jefe de batallón. Es por todo esto que resulta fundamental aumentar su precisión y eficiencia, reduciendo el tiempo que transcurre desde que se localiza un objetivo hasta que la primera granada está en el aire.

Ante esta necesidad, el día 13 de octubre, durante un ejercicio de tiro de morteros, se llevó a cabo la localización, designación y corrección del tiro mediante la aplicación ATAK, explotando las capacidades de la aplicación y la versatilidad que proporciona el *plugin UAS Tool* para conectar drones. El dron sobrevoló las inmediaciones de la zona de caída de proyectiles del campo de maniobras, localizando el blanco y designándolo mediante la herramienta *Digital Pointer Tool*, de tal manera que el jefe de la sección de morteros podía ver el lugar exacto del blanco y trasladar las coordenadas de manera rápida al sistema TALOS. Así mismo, respecto a la designación de objetivos realizada los días anteriores con el dron, se introdujo la capacidad de realidad virtual. Esto implica que los waypoints y marcadores reflejados sobre la cartografía o la ortofotografía se muestran en la cámara del dron, de tal manera que la precisión para marcar el objetivo con el *plugin* aumentó exponencialmente.

Tras realizar la primera acción de fuego, de manera precisa, se realizaron las correcciones pertinentes, marcando el centro de impactos y calculando la desviación lateral y en profundidad, mediante la aplicación ATAK. De esta manera, en la segunda acción de fuego, se logró hacer blanco sobre el objetivo, de dimensiones 6x4 m con una precisión exacta, como se observa en la figura 15 y en el [anexo 4](#). El tiempo transcurrido desde que se marcó el objetivo hasta que la primera granada estuvo en el aire estuvo por debajo de los dos minutos, lo que supone un éxito extraordinario en esta tarea. Además, conocida esta forma de proceder, el jefe de la sección de morteros apuntó que este tiempo puede ser reducido en gran medida con el trabajo en seco<sup>25</sup> y la preparación. Así, una capacidad fundamental para el combate convencional, como es el apoyo de fuegos, fue mejorada gracias al uso de la aplicación ATAK.

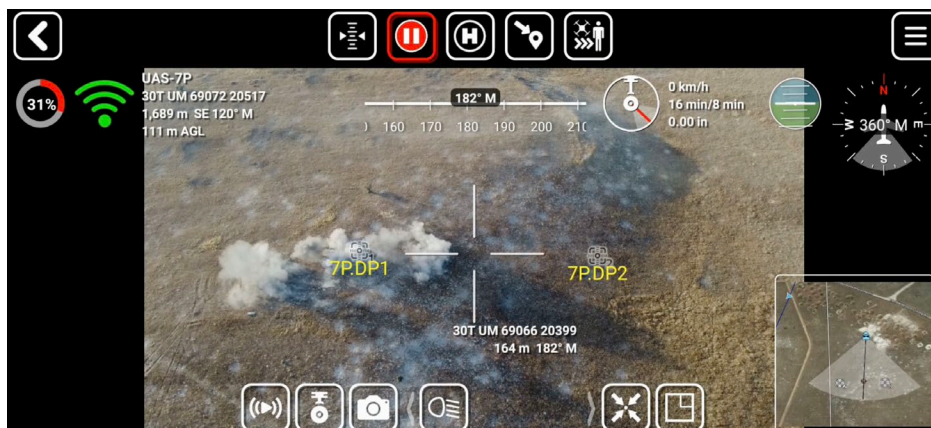


Figura 15: Tiro de morteros designado y corregido con ATAK. Elaboración propia.

<sup>25</sup> Trabajar la secuencia de disparo completa sin la introducción de la granada para mejorar la instrucción y reducir los tiempos para realizar una acción de fuego.



Entre los días 13 y 14 de octubre ejecutó un ejercicio a nivel Batallón en el que participaron todas las unidades que se encontraban en el campo de maniobras. El objetivo del Grupo Táctico era realizar un ataque sobre varias posiciones defensivas situadas al norte del campo de maniobras. Para ello, inicialmente, las unidades sobre vehículo se acogieron a una zona de reunión, que había sido previamente reconocida por la SERECO, y en su caso, las unidades ligeras, desembarcaron en un HLZ. Tras esto, las unidades se desplazaron por los itinerarios marcados hasta entrar en el campo de maniobras por la puerta A-11<sup>26</sup>, que había sido reconocida por las unidades ligeras. El batallón de zapadores abrió brecha a 600m al norte de A-11, lo que posibilitó el despliegue de las unidades hasta LP. Posteriormente, según la maniobra planeada, las unidades se desplazaron por sus ejes de progresión siguiendo las líneas de coordinación hasta llevar a cabo el ataque.

En particular, la compañía MAPO tuvo el cometido de reconocer la zona de reunión, jalonarla, establecer los sectores de las unidades que se acogían y reconocer los itinerarios de las distintas compañías. Después, de forma más concreta, cada sección independiente de MAPO tuvo unos cometidos específicos. La misión de la DCC fue actuar de relé entre el PCBon y las unidades a pie por la falta de enlace vía radio, una de las limitaciones del sistema BMS que ya ha sido reflejada, realizar un reconocimiento de las posiciones defensivas enemigas con el objetivo de obtener información ([anexo 5](#)) y dar seguridad a vanguardia y a los flancos gracias a su capacidad de observación y contracarro, llegando a abatir dos objetivos. Por su parte, la sección de reconocimiento debía progresar a vanguardia hasta llevar a cabo un reconocimiento por el fuego y la sección de morteros debía apoyar la maniobra con el fuego de sus morteros de 81mm.

Tal y como se puede observar en el [anexo 6](#), toda la maniobra fue planeada y conducida vía ATAK, BMS y medios de transmisiones, complementando sus capacidades y paliando las limitaciones de cada sistema con las ventajas del resto. El planeamiento completo fue realizado con la aplicación ATAK siguiendo el protocolo de uso establecido en el Batallón "Zamora".

Dentro de la maniobra a realizar durante el ejercicio, la compañía MAPO que progresó a vanguardia del GT, siguió el protocolo establecido, respetando el código de colores de las secciones y un solo dispositivo mostrando su ubicación por vehículo. Esto no impidió que el resto de personal estuviese conectado a la VPN para seguir la maniobra o, en el caso de que fuese necesario, dar las indicaciones o marcar los objetivos que estimasen oportunos. En la siguiente figura (Figura 16) se puede observar el avance de la compañía hasta LP con la DCC dando seguridad al Noroeste, la SERECO en vanguardia y la sección de morteros a retaguardia de la compañía fuera del alcance de los fuegos del enemigo. En el caso del pelotón de observación, formado por tiradores de precisión, desplegó al norte, sobre LD y LZ-1<sup>27</sup> para localizar y abatir objetivos, si fuera necesario.

---

<sup>26</sup> Puerta del campo de maniobras desde el exterior de la Base militar.

<sup>27</sup> Líneas de coordinación establecidas para coordinar la maniobra de las unidades.



Alejandro Fernández Castillo

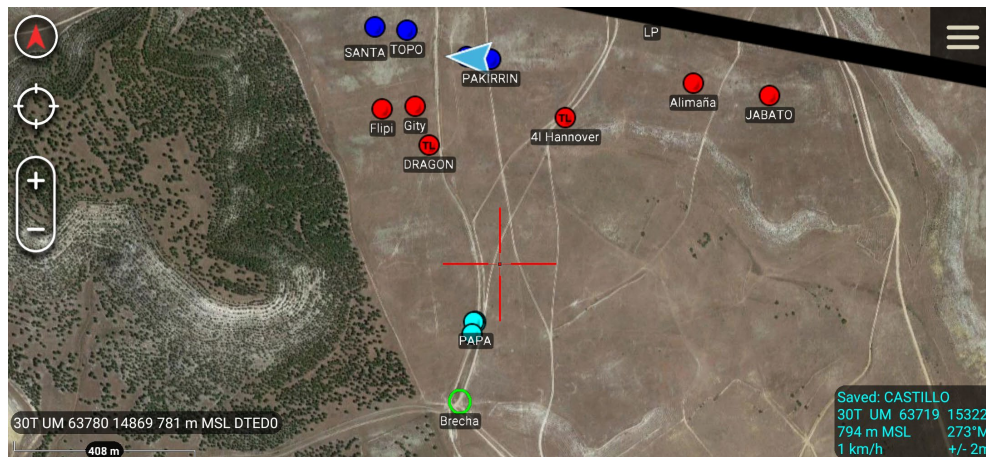


Figura 16: Despliegue de la cía MAPO al sur de LP. Elaboración propia.

Posteriormente, tras progresar hasta LZ-1, la sección de morteros realizó fuego sobre las posiciones enemigas y replegó, la DCC se estableció en posiciones elevadas al Noroeste, con el objetivo de dar seguridad al movimiento y ataque de la sección de reconocimiento, y la SERECO y el pelotón de observación mantuvieron su posición sobre la línea de coordinación hasta recibir la orden de comenzar el reconocimiento por el fuego. La aplicación ATAK proporcionó al capitán la posibilidad de observar en tiempo real la maniobra y posición de todos los vehículos de la compañía dentro de este ambiente de combate convencional, otorgándole una ventaja operativa para la coordinación entre las distintas entidades que dependían de él.

Durante el citado reconocimiento por el fuego, el jefe de la sección de reconocimiento con indicativo "4l" pudo dirigir la maniobra, coordinar y conducir el despliegue gracias a la capacidad de conciencia situacional completa que otorga la aplicación ATAK que le permitía ver todos sus vehículos en directo. De esta manera, si algún vehículo avanza demasiado o tomaba posiciones en un lugar equivocado, el jefe de sección era capaz de localizar dicho error de manera rápida y dar las órdenes que consideraba precisas para corregir la maniobra. Lo descrito presenta una ventaja respecto al mando y control tradicional en un combate convencional, fundamentado en las transmisiones, puesto que, en la mayoría de las ocasiones, no se tiene contacto visual directo sobre los vehículos o sobre el personal a pie, lo que ocasiona muchas dificultades para coordinar la maniobra.

Finalmente, en la siguiente figura (Figura 17) se puede apreciar el despliegue de la compañía de mando y apoyo al completo. La sección de morteros, en color cian, situada al Este de LZ-2 haciendo fuego sobre las posiciones enemigas con su jefe de sección "PAPA", en el que se pueden observar las siglas TL, situado al Noreste sobre el observatorio. La sección de reconocimiento, de color rojo, emplazada sobre LZ-1, esperando a que la sección de morteros termine su acción de fuego y repliegue para poder hacer el reconocimiento por el fuego. El pelotón de observación, apostado sobre una altura para apoyar el movimiento de la SERECO y, por último, la DCC que está situada sobre las alturas en el Noroeste, que no se puede observar, pero si se aprecia la circunferencia de unidades cercanas en color azul.

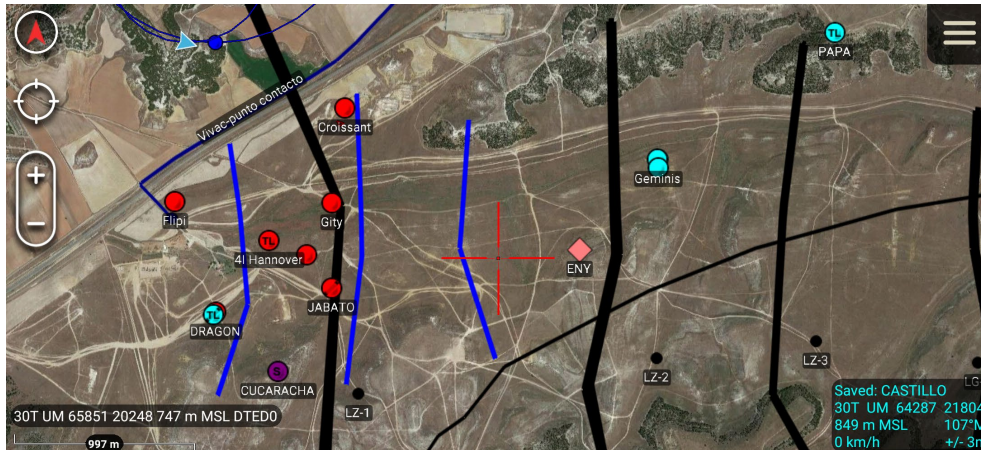


Figura 17: Despliegue de MAPO durante el ejercicio. Elaboración propia.

### 4.3.3 Identificación de debilidades y propuesta de mejora

Como ya se ha expuesto en el apartado anterior, la aplicación ATAK aporta grandes ventajas para el mando y control de una compañía motorizada, pero como todo (o casi todo) sistema tiene sus limitaciones y debilidades.

La primera limitación está relacionada con la infraestructura elegida para la interconexión de los distintos terminales que cuentan con la aplicación ATAK: la **VPN**. En primer lugar, la versión gratuita solo tiene acceso para 25 usuarios simultáneamente, por lo que en el caso de un batallón de infantería motorizada como el Batallón Zamora este número puede llegar a ser escaso y restar capacidades al mando y control. Esto puede ser subsanado con la versión de pago, dado que en ella se pueden añadir más usuarios. Así mismo, existe la limitación, por la naturaleza de las redes virtuales privadas, de que un dispositivo no puede estar conectado a dos VPNs al mismo tiempo. La imposibilidad de trabajar con dos VPNs simultáneamente provoca que, en el caso de querer trabajar con dos mallas, una de batallón y otra de compañía, los jefes de compañía y secciones independientes deban tener dos dispositivos. Esta restricción, en el caso de querer seguir trabajando con VPN, se soluciona creando una VPN con capacidad para la totalidad del batallón y dividir las distintas unidades por colores/*teams* de tal modo que cada jefe de unidad o cada usuario tiene la capacidad dentro de la herramienta “grupos” de seleccionar aquellos de los cuales quiere ver su posición.

La segunda debilidad reside en la conectividad de los dispositivos a esta VPN que, como se ha descrito, se está realizando vía **3G/4G/5G**. La cobertura móvil, en ciertas zonas, no existe o es nula, por lo que se pierde el enlace en la aplicación. Esto impide la conectividad con otros usuarios, aunque se puede seguir utilizando la aplicación como una herramienta de navegación. Esta limitación puede ser subsanada con la utilización de los dispositivos LoRa que, como ya explicé el teniente Millán en su TFG (Millán, 2021) y que han sido testados en este TFG en el apartado [Red](#), son capaces de enlazar con un alcance de hasta 20km sin necesidad de cobertura mediante radiofrecuencia. Para ello sería necesario instalar una aplicación, Meshtastic, que gestiona la conectividad de los distintos dispositivos LoRa.

Así mismo, hay que señalar que el uso del chat durante el ejercicio fue escaso. El **chat** de la aplicación puede ser utilizado como un medio más, al igual que las transmisiones, para transmitir órdenes y dar cometidos a las unidades subordinadas. Como ya se reflejó anteriormente, existen 31 mensajes tipo que vienen predeterminados en el servicio de mensajería y todos ellos pueden ser modificados o eliminados para introducir aquellos que cada usuario estime oportuno. Sin embargo, ante el poco uso dado al chat, no se pudo explotar todas sus capacidades afectando a la coordinación y la comunicación.



Otra de las debilidades encontradas por parte de la sección de defensa contra carro se focaliza en la **dificultad para apreciar distancias** y reflejar lo observado sobre la cartografía con precisión. Esto se debe a que un objetivo puede ser observado a simple vista o con los medios de visión de cada unidad, pero a la hora de trasladarlo a la cartografía a través del *Digital Pointer Tool* se producen los errores al no tener práctica en este ámbito. Para paliarlo es necesario trabajar y practicar en la apreciación de distancias, la toma de referencias física o utilizar diferentes técnicas como el estadímetro, que se puede improvisar con un hilo y una regla, o emplear el sistema milesimal a través de una retícula mildot. Estas técnicas, trabajadas y entrenadas, combinadas con la herramienta “brújula” de ATAK proporcionará la capacidad suficiente para designar un objetivo mediante rumbo y distancia y trasladarlo a la cartografía.

Por último, la mayor debilidad, en general, es la **falta de conocimientos** acerca de la aplicación. Se trata de una aplicación cuyo uso a un nivel básico es sencillo e intuitivo, pero en el momento en que se introduce el uso de distintas herramientas pasa a ser más complejo. El desconocimiento acerca de algunas herramientas puede llevar a error o a perjudicar la maniobra, por ejemplo, cuando se emplea la herramienta *Digital Pointer Tool*: el punto que se marca sobre el plano se envía a todos los usuarios conectados instantáneamente con un sistema de *broadcast* que, en el caso de que un usuario sobre su dispositivo borre la amenaza, esta vuelve a aparecer hasta que el usuario que la ha creado la elimine. Así, si un usuario crea una alerta y no la borra, aunque esta esté a cientos de kilómetros, seguirá apareciendo a todos los usuarios hasta que el emisor la borre. Por ello resulta fundamental dar una formación y preparación técnica y teórica a todos los usuarios de la aplicación para trabajar de manera eficiente.

## 4.4 ESTUDIO ECONÓMICO PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA APLICACIÓN ATAK

Las Reales Ordenanzas de las Fuerzas Armadas, en el Artículo 65, *Administración de Recursos*, expone: “Administrará los recursos puestos bajo su responsabilidad para obtener el máximo rendimiento de ellos, de acuerdo con los principios de economía y eficiencia en su utilización y eficacia en el cumplimiento de los objetivos fijados” (BOE, 2009). Es por ello por lo que resulta fundamental llevar a cabo un estudio económico para obtener las mayores prestaciones posibles para emplear la aplicación y sostener su empleo en el tiempo, economizando los recursos económicos disponibles.

Así mismo, es necesario que los medios empleados para utilizar la aplicación sean proporcionados por el Ejército de Tierra, de tal manera que el militar que emplee la aplicación no tenga que invertir dinero propio en hardware, no pierda vida útil de sus dispositivos por emplearla, no use su propia red de datos móviles y, sobre todo, no mezcle la información personal que se encuentre en sus dispositivos con información militar que pueda manejar. Si tomamos como ejemplo la sección de defensa contra carro del Batallón “Zamora”, un 26% del personal ha invertido su propio dinero para comprar un dispositivo, móvil o *tablet*, para poder trabajar con ATAK, como se puede observar en la encuesta realizada ([Anexo 7](#)).

Por ello, teniendo en cuenta la organización operativa del Batallón “Zamora” del RI29 como VJTF y la organización operativa del GT “Santiago” para desplegar en la misión EUTM Mali XX, recogidas en los [anexos 8](#) y [9](#), respectivamente, este análisis se lleva a cabo en base a 4 aspectos: software, hardware, red y formación. Se analiza es cada uno de estos aspectos varias opciones disponibles atendiendo a los requisitos y haciendo distinción entre recursos civiles y militares.

### 4.4.1 Software.

La aplicación ATAK cuenta con 3 versiones principales:

- **ATAK-CIV**: es la versión civil de la aplicación para dispositivos móviles. Su principal





característica es que está abierta para todos los usuarios de manera gratuita a través del proveedor de aplicaciones móviles *Google Play*, por lo que los teléfonos con sistema operativo IOS, de la marca Apple, no pueden descargar la aplicación. Al estar hablando de una aplicación civil, cuenta con menos prestaciones respecto a la versión militar, como ya reflejó el Tte. Millán en su TFG. (Millán, 2021). En la actualidad se está desarrollando la versión para iPhone denominada **iTAK**.

- **ATAK-MIL**: es la versión militar de la aplicación para dispositivos móviles. Está solo disponible para el Gobierno y las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos, aunque su adquisición es posible a través de su Oficina de Gestión de Programas. En cuanto a sus prestaciones: soluciona la limitación de la versión civil al contar con la simbología APP-6 y cuenta con un mayor número de funciones que la versión libre. El precio de la licencia es muy elevado: alrededor de 200.000\$.
- **WinTAK**: es la versión para ordenadores. Al igual que para los dispositivos móviles, existe una versión civil, **WinTAK-CIV**, y una versión militar, **WinTAK-MIL**, ambas disponibles para el sistema operativo Windows. Es la menos utilizada en la actualidad, pero con un buen uso sería una herramienta de gran utilidad para C2 dentro de un puesto de mando en zona de operaciones.

La Tabla 1 presenta una comparación de las de las ventajas y desventajas de las dos versiones disponibles para dispositivos móviles. A este respecto es necesario señalar que muchas de las carencias de la versión gratuita, al estar el código de la aplicación abierto a los desarrolladores, pueden ser suplidas con conocimientos de programación. Esto no solo posibilita tener las características de la aplicación de pago, sino que también permite introducir capacidades nuevas específicas para cada una de las unidades.

*Tabla 1: Comparación de las ventajas y desventajas de las dos versiones disponibles para dispositivos móviles. Elaboración propia. (United States Government, 2022)*

Versión	 <b>ATAK-CIV</b>	 <b>ATAK-MIL</b>
<b>VENTAJAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gratuita</li> <li>• Accesible desde cualquier dispositivo Android</li> <li>• Disponible en castellano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Más funcionalidades incluidas</li> <li>• Simbología APP-6</li> <li>• Mayor fluidez de la aplicación</li> <li>• Dispone de la herramienta CAS</li> </ul>
<b>DESVENTAJAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No disponible para dispositivos IOS</li> <li>• Carencia de ciertas funcionalidades (herramienta CAS)</li> <li>• No dispone de Simbología APP-6</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No disponible para dispositivos IOS</li> <li>• Alto precio (200.000\$)</li> <li>• Solo disponible en inglés</li> </ul>



#### 4.4.2 Hardware.

A la hora de trabajar con la aplicación ATAK de forma fluida es fundamental disponer de un dispositivo móvil, teléfono móvil o *tablet*, que disponga de una serie de características: sistema operativo Android, batería de gran capacidad para un uso de larga duración durante los periodos de instrucción, alta protección para resistir las actividades de gran exigencia que se llevan a cabo en el teatro de operaciones, así como otro tipo de características que favorecen el funcionamiento de la aplicación y la funcionalidad dentro de la profesión militar (precisión en la geolocalización, buena memoria RAM o un gran almacenamiento interno).

Este dispositivo debería ser parte del material en dotación y no ser el teléfono móvil particular de cada uno y así evitar posibles problemas de seguridad por utilizar otras aplicaciones externas como redes sociales. Debe ser un terminal que sea usado solo y exclusivamente para la utilización de la aplicación ATAK y otras con utilidad en el ámbito militar y para la instrucción, como Carta Digital o TwoNav. El empleo ideal de los dispositivos sería, en el caso de un vehículo de entidad tipo escuadra como es el VAMTAC, portar un dispositivo que se quedase fijo en el vehículo y otro para el jefe de vehículo que lo llevaría siempre consigo. De este modo, en el caso de tener que desembarcar, se tendría localizado al vehículo con su conductor y tirador y al personal desembarcado, facilitando, en gran medida, el mando y control de la maniobra.

Respecto a la resistencia al agua y protección contra golpes, polvo y otros elementos, existen distintos tipos de certificaciones que garantizan la seguridad, eficiencia y fiabilidad de los dispositivos:

- La Certificación **IP** (Ingress Protection). Otorgada por la International Electrotechnical Commission (IEC), clasifica numéricamente la protección de los dispositivos contra el polvo y el agua, siendo los números más altos los que representan la protección total (del 0 al 6 en el caso del polvo y del 0 al 9k en el caso del agua, haciendo referencia el último código a la protección frente a chorros de presión). Así, se representa por las siglas IP seguido de dos números, haciendo el primero referencia a la protección contra el polvo y el segundo contra el agua (un dispositivo tenga una protección IP68 significa que tiene una protección 6 contra el polvo y 8 contra el agua) (Normalización Española, 2018).
- Certificación **MIL-STD-810G**. Certificación militar creada por el Ejército de los Estados Unidos que se otorga tras superar 29 pruebas diferentes entre las que se pueden destacar: la resistencia al choque, deflagraciones, impactos con arma de fuego o choque balístico (Department of Defense, 2008). Así, esta certificación se puede considerar una condición necesaria a la hora de escoger el dispositivo idóneo teniendo en cuenta el contexto de este trabajo.

Otro aspecto para tener en cuenta es la memoria RAM del dispositivo, la cual garantiza una correcta fluidez en el uso de la aplicación. Atendiendo a este aspecto, se considera que el dispositivo debería tener una memoria de 6GB.

La Tabla 2 recoge una comparación entre cuatro dispositivos disponibles en el mercado que cumplen las características de resistencia y RAM requeridas. Todos los datos que se incluyen fueron recogidos de las páginas web oficiales de los fabricantes (<https://www.blackview.es>, <https://ulefone.es>, <https://es.hammerphones.com> y <https://www.doogee.cc>).



Tabla 2. Comparación de las prestaciones de los dispositivos. Elaboración propia

	 <b>BLACKVIEW BL5000</b>	 <b>ULEFONE POWER ARMOR 14 PRO</b>	 <b>HAMMER EXPLORER PRO</b>	 <b>DOOGEE S96 PRO</b>
<b>RAM (GB)</b>	8	6	6	8
<b>ROM (GB)</b>	128	128	128	128
<b>BATERIA (mAh)</b>	5280	10000	5000	6350
<b>DURACIÓN BATERIA (h)</b>	≤ 400	≤ 540	≤ 400	≤ 430
<b>SISTEMA OPERATIVO</b>	Android 11	Android 11	Android 10	Android 10
<b>CERTIFICACIÓN</b>	MIL-STD-810G, IP68, IP69K	MIL-STD-810G, IP68, IP69K	MIL-STD-810G, IP69	MIL-STD-810G, IP68, IP69K
<b>DIMENSIONES (mm)</b>	164 x 80.4 x 12.8	175.6 x 82,5 x 17.2	160 x 77 x 16	167 x 81.4 x 15.5
<b>PESO (g)</b>	273	358	273	310
<b>NAVEGACIÓN</b>	GPS, Beidou, GLONASS, Galileo, QZSS	GPS, Beidou, GLONASS, Galileo	GPS, GLONASS, A-GPS	GPS, Beidou, GLONASS, Galileo
<b>4G</b>	SI	SI	SI	SI
<b>5G</b>	SI	NO	NO	NO
<b>DOBLE SIM</b>	SI	SI	SI	SI
<b>PRECIO (€)</b>	335	259	284	242

Como herramienta de gestión de adquisiciones se utiliza un Radar Chart (Figura 18). Esta herramienta permite comparación gráfica de ocho de las especificaciones mostradas en la tabla anterior. En él cada función se clasifica con un valor del 1 al 5, siendo el 5 el valor más deseado o ideal:

- **Memoria RAM:** sus siglas en inglés corresponden con *Random Access Memory*, se mide en GB y su función es almacenar los datos de las aplicaciones que estén en uso en el dispositivo móvil, por lo que cuanto mayor es la memoria RAM, mayor es el rendimiento del teléfono. Como se ha indicado, para trabajar con ATAK es fundamental tener una buena memoria RAM, por lo que los terminales Blackview y el Dookee reciben la puntuación más alta, 5, y los otros dos dispositivos, al tener 2GB menos, reciben una puntuación de 4 puntos.
- **Memoria ROM:** recibe sus siglas del inglés *Read Only Memory* y tiene la función de almacenar datos o programas de manera no volátil, es decir, al reiniciar nuestro dispositivo la información permanece en su lugar. Todos los móviles examinados tienen 128GB, con una puntuación de 4 puntos, capacidad suficiente para trabajar con la aplicación y almacenar mapas, trazas o *waypoints* sin ningún problema.
- **Batería:** se mide su capacidad en miliamperios por hora (mAh). Una gran batería permite



poder trabajar con nuestro dispositivo en condiciones desfavorables, por lo que es una característica importante a la hora de elegir el teléfono móvil. El Ulefone recibe la puntuación más alta, 5 puntos, al tener 10000 mAh de batería que otorga hasta 540 horas de pantalla activa, el Doogee 4 puntos con 6350 mAh y el resto de los teléfonos reciben 3 puntos al tener aproximadamente la mitad de batería.

- **Peso:** los militares llevan una gran carga al transportar todo su equipo, por lo cual no añadir un peso extra excesivo con el dispositivo es una necesidad. El teléfono más pesado es el Ulefone con 358 g con una puntuación de 3, seguido del Doogee con 310 g y 4 puntos, mientras que los otros dos dispositivos reciben 5 puntos con un peso de 273 g. Todos los móviles estudiados tienen un peso elevado, esto se debe principalmente su gran capacidad de batería y a su protección “rugerizada”.
- **Certificación:** como está explicado al inicio del apartado existen diferentes tipos de certificación contra polvo, agua y otros elementos. Por ello, Blackview, Ulefone y Doogee reciben la mayor puntuación, 5, y Hammer recibe un punto menos debido a no poseer la certificación IP69K.
- **Red:** dentro de la velocidad de conexión existen diferentes tipos de tecnologías como el 5G, que tiene el Blackview y que le aporta 5 puntos, o 4G que tienen el resto de los dispositivos que les otorga 4 puntos. La diferencia entre ambas tecnologías reside en la velocidad de conexión y el consumo de energía de los dispositivos que con el 5G podría reducirse hasta un 90%.
- **Navegación:** respecto a los sistemas de posicionamiento GNSS, se encuentran diferentes opciones dentro del mercado y de orígenes diversos como GPS (EE. UU.), GLONASS (Rusia), BeiDou (China) y Galileo (Europa). La precisión de geoposicionamiento puede variar de uno a otro, pero cuanto mayor es el número de sistemas GNSS al que puede acceder el terminal, mayor es esta precisión. Es por ello por lo que Blackview, Doogee y Ulefone reciben la mayor puntuación al poder acceder a los 4 sistemas, mientras que Hammer recibe 3 puntos al no enlazar con Galileo.
- **Precio:** se trata de uno de los apartados más importantes, puesto que dentro del Ministerio de Defensa se deben emplear los recursos económicos con el mayor rendimiento posible. Por ello, los tres dispositivos elegidos tienen un precio reducido, sin renunciar a ninguna prestación. Doogee es el más económico con 242 euros y 5 puntos, seguido del Ulefone que recibe 4 puntos. Hammer recibe 3 puntos por tener un precio de 284 euros y, por último, Blackview recibe 2 puntos por el precio de 335 euros.

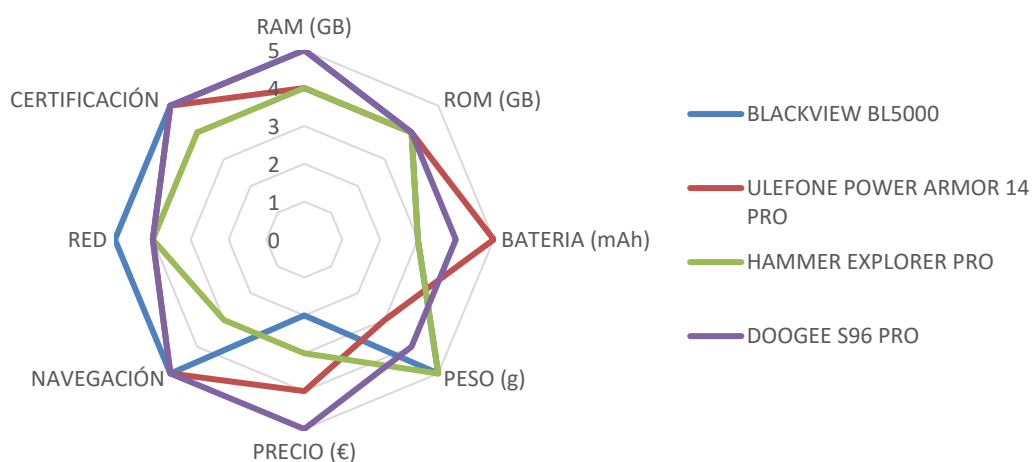


Figura 18. Radar Chart comparación de los dispositivos. Elaboración propia



Tal y como se observa en la figura anterior, la herramienta de gestión de adquisiciones Radar Chart señala el teléfono **Doogee S96 Pro** como el mejor dispositivo para los requerimientos exigidos. Además, es el dispositivo más económico, lo que posibilitaría la compra de un mayor número de teléfonos para poder usar la aplicación ATAK. Así mismo, cuenta con características adicionales al resto de dispositivos como cámara de visión nocturna con un alcance efectivo de 20m e IR<sup>28</sup>.

Teniendo en cuenta las tres compañías de fusiles y la compañía de mando y apoyo de la estructura operativa del Batallón “Zamora” como VJTF y la organización operativa del GT “Santiago”, se puede realizar un cálculo aproximado de los dispositivos y el coste de adquirir dos dispositivos por vehículo (ver Tabla 3).

Tabla 3: Presupuesto de hardware para un batallón de infantería. Elaboración propia.

	BATALLÓN “ZAMORA”	GT “SANTIAGO”
<b>COMPAÑÍAS</b>	4	3
<b>DISPOSITIVOS POR COMPAÑÍA</b>	50+50+54+34	36
<b>TOTAL DISPOSITIVOS</b>	188	108
<b>PRECIO DISPOSITIVO</b>	242 €	242 €
<b>TOTAL PRECIO</b>	45.496€	26.136 €

A la vista de la tabla anterior se observa que por aproximadamente 30.000 € se puede dotar a un GT entero de dispositivos móviles para utilizar la aplicación ATAK. Este cálculo se ha realizado teniendo en cuenta la plantilla operativa del Batallón “Zamora” como VJTF y la estructura operativa del Grupo Táctico “Santiago”. Este cálculo puede ser extrapolado a otro tipo de orgánica o plataforma vehicular, calculando de nuevo los dispositivos electrónicos necesarios. Este cálculo es un presupuesto aproximado, que, en el caso de llevarse a cabo, al ser una compra al por mayor, el precio del dispositivo podría reducirse.

#### 4.4.3 Red.

La ventaja operativa de la aplicación ATAK reside en que la geolocalización de todo el personal conectado, *waypoints*, *tracks*, planeamientos e incluso mensajes y videos pueden ser transmitidos entre miembros de la unidad en directo. Esto otorga la posibilidad de visualizar la posición de las unidades propias en tiempo real, lo que proporciona a la aplicación la característica denominada en inglés como *Total Situational Awareness* (conciencia situacional completa). Esto favorece el mando y control de las unidades al tener la posibilidad de conocer nuestro entorno, la situación de nuestro personal y donde se encuentran las amenazas, actuando en consecuencia y tomando las decisiones con una información completa.

Este enlace entre usuarios de la aplicación puede llevarse a cabo mediante medios civiles

<sup>28</sup> Cámara con sensor de luz infrarroja.



como pueden ser el Bluetooth o el 3G/4G/5G, o por medios militares como las radios AN/PRC-152 y AN/PRC-117G, entre otras. Por otro lado, la infraestructura creada puede ser mediante un servidor físico o en la nube o conectando todos los dispositivos a una misma VPN.

Como es obvio, la aplicación es usada dentro de un ámbito militar, por lo que la seguridad en la transmisión de los datos es fundamental, en especial dentro de zona de operaciones. Esta seguridad es distinta en función a los medios civiles o militares que se empleen para trabajar con la aplicación, por lo que se presenta como otro elemento para tener en cuenta a la hora de comparar las distintas opciones disponibles.

Para poder gestionar ATAK de forma segura se presentan tres opciones:

- **Alquilar o comprar un servidor FTS (*Free Tak Server*), con una capacidad de 12 a 16 GB de RAM.** Esta capacidad es suficiente para albergar un conjunto de 200 dispositivos conectados con simultaneidad y posibilita la opción de introducir señal de video o imagen que lo distintos componentes de la unidad consideren oportuno para el correcto desarrollo de la misión recibida. El precio del alquiler del servidor, con el mantenimiento de este incluido, está en 12.000 € anuales.
- **Creación de un servidor privado.** dentro de un puesto de mando de batallón (PCBon) cabe la posibilidad de crear un servidor privado mediante un ordenador con una RAM mínima de 16 GB junto con un disco duro de gran capacidad, 20 TB, en el que almacenar toda la cartografía que se estime oportuna a la que podrán acceder todos los dispositivos conectados al servidor sin necesidad de tenerla descargada, liberándose así la memoria de los móviles. En este servidor se deben llevar a cabo tantas particiones como servicios se requieran, lo que hace que, en el caso de que el servidor de chat colapse, el resto de los servidores puedan funcionar con normalidad. La principal ventaja de crear un servidor físico reside en que es administrado y controlado por su creador, el cual, bajo el criterio establecido, puede añadir la seguridad que sea necesaria. Por otro lado, se crearía una dirección IP a la que todos los usuarios se conectarían para trabajar con la aplicación dentro del servidor. La principal desventaja se encuentra en que, al ser un servidor físico, es vulnerable ante cualquier ataque, de tal manera que, si el vehículo o puesto de mando en el que se encuentre el servidor cae, se perdería el enlace vía ATAK. En el ámbito económico, en el mercado se pueden encontrar ordenadores de 32 GB de RAM junto con un procesador de última generación por un rango de precios entre los 1300 € y los 2000 €, a lo que hay que unir el precio del disco duro que oscila entre los 600 € y 1000 €. Así, el montante total del servidor privado ascendería a un total aproximado de 2500 €. Todos los precios han sido extraídos de la página web PCcomponentes (<https://www.pccomponentes.com>)
- **Mediante una VPN.** Como se ha indicado con anterioridad, el protocolo marcado en el Batallón “Zamora” se basa en una conexión VPN generada con la aplicación de móvil ZeroTier, en su versión gratuita. Esto conllevaba dos limitaciones importantes: (i) el número máximo de participantes es de 25; y (ii) no se puede conectar un dispositivo a dos VPNs al mismo tiempo, por lo que hay que optar por crear una VPN con capacidad para albergar a todo el personal y que cada usuario optase por ocultar la ubicación de tantos militares como considere oportuno según su criterio. La solución a esto es utilizar la versión de pago de ZeroTier ya que permite conectar todos los usuarios que se estime oportuno por 5€ cada grupo de 25 usuarios.

Con estos datos se pueden calcular los costes que tendría la utilización de la aplicación ZeroTier de pago para para las dos entidades consideradas, los cuales aparecen en la Tabla 4. Todos los datos de esta tabla han sido recogidos de la página web de ZeroTier (<https://www.zerotier.com>):



Tabla 4. Presupuesto de una VPN de pago. Elaboración propia

	BATALLÓN "ZAMORA"	GT "SANTIAGO"
TOTAL DISPOSITIVOS	188	108
PRECIO CADA 25 DISPOSITIVOS	5€/mes	5€/mes
TOTAL PRECIO AL MES	35€	20€
TOTAL PRECIO ANUAL	420€	240€

Por otro lado, para la conexión de enlace entre los distintos dispositivos con ATAK instalada puede efectuarse de varios modos:

- **Mediante medios de transmisión en dotación.** Se trata de utilizar la radio PR4G-V3, presente en prácticamente la totalidad de las unidades del Ejército de Tierra. Esta radio puede ser conectada al dispositivo móvil mediante un adaptador, pero solo permite la transmisión de voz y datos con una banda de frecuencia de 30 a 88 MHz, por lo que imposibilita la transmisión de videos e imágenes restando capacidades a la aplicación. Así mismo, tiene una latencia de 2 a 4 minutos, por lo que la posición del personal se refresca con una frecuencia que no facilitaría la observación de la ubicación de las unidades en tiempo real, teniendo en cuenta que dichos despliegues son motorizados. En este apartado no sería necesaria una inversión, pero no es la opción más recomendable al perder gran parte de las prestaciones por las limitaciones expuestas.
- **Mediante conexión vía satélite.** Es la opción utilizada por aquellos países que tienen satélites propios dedicados a sus Fuerzas Armadas, puesto que otorga una seguridad elevada y se tiene el control total del flujo de información y los usuarios que trabajan con la misma. En el caso del ET no es una opción viable, al no tener en posesión un satélite que pueda ser utilizado para dicho fin. No se contempla su introducción al provocar un impacto económico no asumible actualmente, en principio, para nuestras Fuerzas Armadas.
- **Mediante dispositivos LoRa.** Como se reflejó en el TFG del teniente Millán (Millán, 2021), la tecnología inalámbrica LoRa está basada en la conexión mediante radiofrecuencia, con conexiones bidireccionales y una encriptación de extremo a extremo que otorga un alcance de 10 a 20 kilómetros. Para conectar los dispositivos es necesario descargar una aplicación denominada Meshtastic y descargar e instalar el *plugin Forwarder* en el ATAK. A partir de ahí se conecta el dispositivo, un dispositivo por cada teléfono móvil, y se crea un canal, pudiendo conectarse a éste el resto de los usuarios mediante un código QR. Entre las ventajas que otorga esta forma de proceder se encuentra que no es necesaria la conectividad 3G/4G/5G, por lo que no se pierde enlace en las zonas sin cobertura y su largo alcance. Entre sus desventajas cabe destacar que siempre habría que portar el dispositivo junto al teléfono móvil, se corre el riesgo de dañar el dispositivo y por lo tanto de perder el enlace y su dificultad para llevar a cabo el enlace y crear el canal, no apto para personal sin formación. En la siguiente tabla (Tabla 5) se recoge un presupuesto para la adquisición de dispositivos LoRa para el Batallón Zamora. El precio por unidad ha sido calculado según los precios de la tienda Bricogeek (<https://tienda.bricogeek.com>)



Tabla 5: Presupuesto dispositivos LoRa. Elaboración propia.

	Dispositivo LoRa 868MHz
Precio por unidad	39,90€
Gasto total con un dispositivo móvil por vehículo (94)	3750,6€
Gasto total con dos dispositivos móviles por vehículo (188)	7501,2€

Estos dispositivos han sido probados por el Sdo. D. Jerónimo Alejandro Rosa, encuadrado en la sección DCC del Batallón "Zamora". Para llevar a cabo la prueba conectó dos dispositivos LoRa a dos teléfonos móviles, como se observa en la Figura 19. La prueba de enlace resultó positiva: se envió una imagen de 1,5 MB con una latencia de apenas dos segundos y la latencia referida a la geolocalización de los dispositivos fue establecida en un segundo. A pesar de los buenos resultados, la dificultad para llevar a cabo el enlace fue elevada y no podría haberse realizado sin los conocimientos previos de informática del soldado.



Figura 19: Prueba de enlace con dispositivos LoRa. Fuente: Sdo. Alejandro.

- **Vía 3G/4G/5G.** Es la opción utilizada en la actualidad en despliegues internacionales como Mali. Mediante proveedores de internet civiles se nutren los dispositivos que se conectan a una misma IP creada en el servidor o a una VPN. Es la opción más económica y al mismo tiempo es la que proporciona mayor flujo de datos, facilitando la transmisión de datos, voz, imágenes y videos. Si cogemos el ejemplo de Mali, actualmente se pueden encontrar dos proveedores de líneas móviles con internet 4G: Orange Mali y Sotelma que ofrecen tarifas móviles cuyo precio oscila de los 2000 a los 10000 francos FCA, que equivaldría a unos ocho euros de media. La tabla 6 recoge el presupuesto aproximado que sería necesario en Mali teniendo en cuenta los dispositivos necesarios calculados en el apartado anterior. Los precios de las tarifas han sido sacados de las páginas web oficiales de ambas empresas. (<https://www.orangemali.com>, <https://www.moov-africa.ml/Pages/index.aspx>).



Tabla 6: Presupuesto conexión a internet para un batallón de infantería en Mali. Elaboración propia

	<b>BATALLÓN “ZAMORA”</b>	<b>GT “SANTIAGO”</b>
<b>N.º DE DISPOSITIVOS</b>	188	108
<b>PRECIO TARIFA POR DISPOSITIVO AL MES</b>	8€	8 €
<b>PRECIO TOTAL MENSUAL</b>	1504€	864 €
<b>PRECIO TOTAL ANUAL</b>	18.048€	10.368 €

Respecto al coste de este servicio en territorio nacional, se puede precisar algo más teniendo en cuenta el uso de datos a causa de trabajar con ATAK y con la aplicación ZeroTier tras computar el uso de datos del terminal propio dedicado en exclusiva al trabajo con ATAK del que suscribe este trabajo (teléfono móvil Blackview BV8800) del 20 de septiembre al 18 de octubre, incluyendo la fase de maniobras desarrolladas en el campo de maniobras y tiro de Renedo-Cabezón. Durante el citado periodo, el uso de datos total del dispositivo fue de 1,83GB. De ello se puede extraer que con una tarifa de datos de 10GB y un uso exclusivo para el ATAK y otro tipo de aplicaciones de navegación, sería suficiente para poder trabajar con normalidad. Con esta información, la Tabla 7 recoge un presupuesto de tarifas de datos dentro del territorio nacional para el Batallón Zamora. Los datos de esta tabla han sido extraídos de las páginas web oficiales de los proveedores de telefonía móvil (<https://www.yoigo.com>, <https://www.pepephone.com> y <https://www.lowi.es> ).

Tabla 7: Presupuesto red de datos móviles en territorio nacional. Elaboración propia.

	<b>YOIGO (20GB)</b>	<b>PEPEPHONE (9GB)</b>	<b>LOWI (12GB)</b>
<b>Precio mensual</b>	15€	7,9€	7,95€
<b>Precio anual</b>	180€	94,8€	95,4€
<b>Gasto total mensual un dispositivo por vehículo (94)</b>	1410€	742,6€	747,3€
<b>Gasto total mensual dos dispositivos por vehículo (188)</b>	2820€	1485,2€	1494,6€
<b>Gasto total anual un dispositivo por vehículo (94)</b>	16920€	8911,2€	8967,6€
<b>Gasto total anual dos dispositivos por vehículo (188)</b>	33840€	17822,4€	17935,2€

Finalmente hay que subrayar que de las tablas trabajadas se puede extraer un presupuesto



aproximado, pero hay que tener en cuenta que los despliegues no tienen que ser únicamente en base a una plataforma vehicular o en base a las orgánicas expuestas por lo que estos presupuestos deben ser calculados para cada caso en particular.

#### 4.4.4 Formación.

Con el objetivo de sacar el mayor rendimiento a la aplicación ATAK, es muy necesario que todos los usuarios de esta adquieran un nivel adecuado para su correcta utilización. Por ello, resulta fundamental dar una formación dividida en dos niveles:

- **Nivel 1.** Enfocado en la creación de *waypoints* y *tracks* (asimilando los conceptos de marcado de puntos obligados y puntos destacados) y a la carga de planos, paquetes de misión y otros archivos proporcionados por el escalón superior. Por último, este nivel incluiría el trabajo con el chat, envío de datos y manejo básico de la barra de herramientas. La situación final deseada sería que todos los integrantes del Batallón “Zamora” adquiriesen este nivel.
- **Nivel 2.** Orientado en el manejo medio-alto de la aplicación gestionando todo tipo de *plugins*, así como creación y control de conexiones al servidor, VPN y servicios de video. Este nivel se cerraría con la gestión de datos para planeamiento y ejecución de una misión orientado a subgrupos o pequeñas entidades tipo sección o compañía.

Para llevar a cabo esta formación es necesario:

- Personal cualificado y con conocimientos suficientes para impartir las sesiones teóricas y prácticas.
- Un manual básico de usuario para que cualquier militar puede acceder a él y favorecer la autosuficiencia.
- Presentaciones tipo PowerPoint (o de similar formato) para impartir las sesiones teóricas con mayor facilidad y favorecer la asimilación de conceptos gracias a imágenes visuales.
- Un aula con proyector para presentar las transparencias.

Estas sesiones pueden ser orientadas de la siguiente manera:

- Sesión 1. Generalidades del sistema: presentación de las capacidades de la aplicación y explicación de las diferentes interfaces, la pantalla principal y los ajustes generales.
- Sesión 2. Barra de herramientas: repaso de la sesión anterior, identificación y explicación de herramientas del “Tool Bar” y del menú “radial” de cada proyección.
- Sesión 3. *Waypoints* y *Tracks*: creación de *waypoints* y *tracks* y todas sus funciones. Aprender a manejar el menú radial y modificarlos. Exportación y envío de los mismos.
- Sesión 4. Mapas: ver cartografía, los formatos admitidos, el modelo del terreno y su descarga.
- Sesión 5. Herramienta 9 líneas y medición: crear *Medevac*, CAS, M.I.S.T Report, *Rings*, *Bullseye* y medición de distancia, así como el envío y edición de todos ellos.
- Sesión 6. *Mission Package*: identificación de las capas y creación, carga de datos y envío de los paquetes de datos.
- Sesión 7. GRG: información que contiene y su *plugin* para Android.
- Sesión 8. *Overlays*: gestionar la herramienta, capas vistas y ocultas, clasificar los datos y su envío.
- Sesión 9. Gestión de carpetas: instalación y gestión de carpetas.
- Sesión 10. Preferencias: activación de diversas herramientas, modificar unidades del



sistema, los perfiles y la división por grupos/equipos y video *streaming*.

- Sesión 11. *Plugins*: instalación y principales usos. Explicación y toma de contacto con Tac Icu, Tak GeoCam y UAS Tool. Preferencias de Input/Output.
- Sesión 12. *ZeroTier One*: creación y gestión de una VPN. Gestión de preferencias del ATAK, *multicast* y empleos de otras variables en red

El impacto económico sería ínfimo, puesto que en la totalidad de los acuartelamientos existen aulas o salas con proyector donde poder albergar las clases teóricas y no se realizará esta formación fuera del horario laboral, puesto que la situación ideal sería que esta fuese incluida dentro del plan de instrucción y, por lo tanto, que se imparta en el mismo horario que otras actividades que ya se llevan a cabo diariamente (Batallón "Zamora", 2021).

#### 4.4.5 Riesgos.

Tras exponer todas las opciones disponibles para crear la estructura necesaria para trabajar con la aplicación ATAK, es necesario analizar los riesgos que conllevan algunas de ellas o los riesgos que pueden surgir al trabajar con la aplicación. Los riesgos son eventos o condiciones inciertas que, si se producen, tiene un efecto positivo o negativo sobre alguno de los componentes que forman parte de la estructura de utilización de ATAK.

El objetivo de llevar a cabo un análisis de los riesgos que se pueden presentar al trabajar con la aplicación es disminuir el posible impacto de los riesgos negativos, proponiendo soluciones para paliar sus efectos, y aumentar la probabilidad e impacto de los eventos positivos u oportunidades. Este análisis se ha llevado a cabo teniendo en cuenta riesgos detectados por usuarios de ATAK. Para ello se lleva a cabo una identificación de los riesgos y posteriormente un análisis cualitativo de los mismos clasificándolos y priorizándolos (Oficina de Proyectos, 2022).

Los riesgos identificados se clasifican en cuanto a *software*, *hardware*, red y formación. Y su priorización se lleva a cabo mediante dos parámetros:

- **Probabilidad**: clasificada del 1 al 3, siendo este último la probabilidad más alta. Refleja la posibilidad de que se produzca el riesgo.
- **Impacto**: clasificado en bajo (L), medio (M) y alto (H), según sus siglas en inglés. Representa la importancia de las consecuencias producidas por el riesgo.

Con esta clasificación los riesgos serán catalogados por un código de un número, que represente la probabilidad y una letra que representa el impacto de tal manera que sean divididos entre riesgos críticos, alto-medio, medio o bajo. Las siguientes figuras recogen la Tabla de Identificación de riesgos (Figura 20 (ver [Anexo 10](#)) para una lectura en mayor detalle) y la Matriz de probabilidad resultante de este análisis (Figura 21).



Análisis de riesgos						
Evaluación de riesgos						
ID	Descripción riesgo	Categoría riesgo	Impacto (H,M,L)	Probabilidad (1,2,3)	Clase riesgo	Efectos riesgo
1	Rotura o avería grave del dispositivo móvil	Hardware	H	1	1H	El usuario no podría trabajar con la aplicación. Pérdida total del enlace.
2	Rotura del dispositivo LoRa	Hardware	M	3	3M	El usuario perdería enlace.
3	Destrucción del servidor físico.	Red	H	1	1H	Se pierde el enlace para todos los usuarios conectados al servidor. Se pierde toda la información almacenada.
4	Caida del servidor online.	Red	H	1	1H	Se pierde el enlace para todos los usuarios conectados al servidor.
5	Caida de la VPN	Red	H	1	1H	Se pierde el enlace para todos los usuarios conectados al servidor.
6	Pérdida señal 3G/4G	Red	M	2	2M	Se pierde el enlace temporalmente con el resto de usuarios.
7	Riesgo de filtración de información	Red	H	1	1H	La información filtrada o robada podría ser utilizada en contra de los intereses de la unidad.
8	Falta en la transmisión de órdenes por falta de formación	Formación	M	2	2M	Fallas en la coordinación, enlace y conducción de la maniobra.
9	Falta de la app	Software	M	1	1M	Fallas en la conexión entre dispositivos, en el chat o en la lectura de la cartografía.

Figura 20: Imagen de la tabla de identificación de riesgos. Elaboración propia.

Número de riesgos				
Probabilidad	3	0	1	0
	2	0	0	2
1	0	0	1	5
		Low	Medium	High
		Impacto		

Clase riesgo	Número
Crítico	0
Alto - medio	1
Medio	8
Bajo	0
<b>Total:</b>	<b>9</b>

Figura 21: imagen de la matriz de probabilidad - impacto. Elaboración propia

Se han identificado un total de nueve riesgos, pero tan sólo uno de carácter alto – medio: la “ruptura de los dispositivos LoRa”, que, dada su fragilidad, tienen facilidad para romperse y más teniendo en cuenta las actividades realizadas durante un despliegue o ejercicio. La medida propuesta para paliar los posibles efectos negativos es la creación de una carcasa o envoltura protectora que, a la vez que protege el dispositivo de los elementos, lo proteja de los impactos. Los ocho riesgos restantes son clasificados como medios por lo que se propone llevar a cabo un seguimiento y control y en función de la evolución durante el trabajo con ATAK, aplicar las medidas paliativas propuestas que aparecen en el [Anexo 10](#).

#### 4.4.6 Conclusiones.

De lo expuesto anteriormente, se puede extraer un presupuesto aproximado para cada una de las infraestructuras y materiales necesarios para implementar el ATAK dentro de un batallón motorizado. Como es lógico, en caso de querer extrapolarse a otras unidades este cálculo debe realizarse para cada caso en particular y adecuando los criterios a las necesidades de cada estructura orgánica u operativa.

Así pues, para el caso del Batallón “Zamora”, si se siguiese el protocolo de uso vigente en la actualidad, los siguientes aspectos analizados quedarían como se relata a continuación, siendo el presupuesto el recogido en la Tabla 8. Este presupuesto ha sido calculado teniendo en cuenta la adquisición de 94 dispositivos y, por lo tanto, sus tarifas de datos móviles. Esa cantidad de dispositivos se extrae de disponer de un dispositivo por cada vehículo de la organización operativa del Batallón “Zamora” como VJTF, según el [anexo 8](#). Si así se considerase, el número



de teléfonos podría disminuir en función de las necesidades y criterios del mando.

- **Software.** Se adquiere la versión libre y **gratuita, ATAK-CIV.** Disponible para su descarga desde el proveedor de aplicaciones de cada dispositivo.
- **Hardware.** Un total de **94** dispositivos, **DOOGEE S96 PRO.**
- **Red.** Mantener la línea actual de trabajo con **VPN ZeroTier**, en este caso la versión de pago para aumentar la capacidad de dispositivos conectados. En el caso de la **red móvil**, con **12 GB** mensuales acumulables, el proveedor de telefonía móvil **Lowi.**
- **Formación.** Sin necesidad de un desembolso económico.

Tabla 8: Presupuesto implementación Batallón "Zamora". Elaboración propia.

	<b>COSTE INICIAL</b>	<b>COSTE ANUAL</b>
<b>SOFTWARE</b>	0€	0€
<b>DISPOSITIVOS</b>	22.748€	0€
<b>VPN</b>	0€	420€
<b>TARIFA DE DATOS</b>	0€	8967,6€
<b>FORMACIÓN</b>	0€	0€
<b>COSTE TOTAL</b>	22.748€	9387,6€

Existen múltiples estructuras para implementar el uso de la aplicación ATAK como herramienta de mando y control, todas ellas con sus ventajas y limitaciones, por lo que no se debe descartar tener creada una doble estructura para, en el caso de que caiga la principal, tener una secundaria en la que apoyarse para seguir trabajando.

Finalmente reseñar que el desembolso inicial de 32.000€ en el primer año representa un 0,00036% del Presupuesto del Ministerio de Defensa para el año 2022 (Ministerio de Defensa, 2022). Se trata, por lo tanto, de una cantidad asumible para la implantación de la aplicación como herramienta de mando y control favoreciendo la transformación digital y la modernización de la Institución en todos sus ámbitos.

Se puede observar el impacto de este TFG en el informe de necesidades de material para usar la aplicación en la BRILAT basado en el estudio realizado en este trabajo, ver [Anexo 11](#). El informe, realizado por el Tte. D. Jaime Lago López jefe de la sección de DCC del Batallón "Zamora", recoge una petición de material para implementar ATAK como herramienta de mando y control dentro del batallón. La fuente para la realización del informe es el presente TFG. Del trabajo se extrae: (i) el dispositivo necesario para los usuarios; (ii) el material necesario para crear un servidor físico; y (iii) la contratación de una tarifa de datos para trabajar con los dispositivos móviles.

## 5 CONCLUSIONES

Tras la realización de este trabajo se pueden extraer las siguientes conclusiones en función de los objetivos específicos establecidos al inicio de este:

- En cuanto a las necesidades de mando y control de una compañía de infantería motorizada en ambiente de combate convencional, se pueden extraer varias conclusiones: (i) es necesario tener una **conciencia situacional completa** para favorecer la toma de decisiones



en función de los factores que se encuentran en la zona de acción; (ii) resulta fundamental **el enlace** entre las unidades propias y adyacentes para una correcta comunicación y coordinación; y (iii) conocer **la localización** de la unidad propia y las aliadas para poder actuar en consecuencia y adecuar los despliegues.

- Dentro de las capacidades potenciales de la aplicación ATAK como herramienta de mando y control, se extrae que la aplicación posee un **conjunto de herramientas suficiente** para ser empleada dentro de un sistema de mando y control. Facilita todas las fases de una operación: planeamiento y, ejecución y conducción. En las dos reduce el ciclo de decisión y favorece la interoperabilidad con otros sistemas de mando y control, asimismo su geolocalización propicia una conciencia situacional completa y el sistema de mensajería favorece el enlace entre los miembros de la unidad.
- Respecto al análisis del protocolo de utilización establecido en la actualidad por el Batallón Zamora realizado durante el periodo de instrucción en el CMT de Renedo-Cabezón, se puede destacar que, si bien es adecuado y funcional, existen una serie de limitaciones y puntos débiles a mejorar: (i) **la estructura actual**, fundamentada en una VPN gratuita, limita la cantidad de personal que se puede conectar y no se puede estar conectado a dos VPNs al mismo tiempo; (ii) la **conectividad basada en 3G/4G/5G** presenta una limitación importante en el caso de perder cobertura móvil; (iii) el **uso de la mensajería fue escaso**, de tal manera que no se explotó la totalidad de las capacidades; (iv) la **dificultad en la apreciación de distancias**; y (v) la **falta de formación del personal**. Con el objetivo de solucionar estas limitaciones se ha propuesto: (i) la creación de una VPN de pago con capacidad suficiente para albergar a todo el personal del Batallón “Zamora”; (ii) usar métodos alternativos como los dispositivos LoRa que funcionan por frecuencia, por lo que no dependen de la cobertura móvil; (iii) fomentar su uso y explotar sus capacidades gracias a los 31 mensajes tipo; (iv) emplear técnicas de apreciación de distancias como el estadímetro o el sistema milesimal; y (v) llevar a cabo una formación completa para todos los usuarios de la aplicación.
- Dentro del estudio económico se extrajo que la inversión que debe se debe acometer para adquirir el material necesario y crear la estructura para que el Batallón “Zamora” trabaje en todo su conjunto con la aplicación ATAK como herramienta de mando y control es **económicamente viable**. Esto se debe a que la inversión económica representa una cantidad asumible como inversión para potenciar la transformación digital y la modernización de la Institución.

Como conclusión general en relación con el objetivo general, se puede afirmar que, tal y como se ha observado en el caso de estudio, el Batallón “Zamora”, la aplicación ATAK posee las cualidades y capacidades necesarias para ser implementada como herramienta de mando y control para unidades de infantería motorizada en un ambiente de combate convencional. La funcionalidad del protocolo inicial testado durante las manobras, la posibilidad de mejorar los puntos débiles detectados y la viabilidad de la inversión calculada en el estudio económico realizado sustentan esta afirmación.

Respecto a las perspectivas a medio-largo plazo, se pueden presentar varias líneas futuras de trabajo: (i) establecer un protocolo de uso y una infraestructura a nivel Brigada, dentro de la Brigada “Galicia” VII; (ii) estudiar la posible incorporación de herramientas y *plugins* específicos para cada unidad; y (iii) estudiar la posibilidad de desarrollar una aplicación para el ET gracias al código abierto de ATAK, en el que incluir todas las herramientas y funcionalidades de manera específica siguiendo la Doctrina y las TTPs establecidas.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batallón "Zamora" (2021). *Presentaciones teóricas*. Pontevedra: s.n.
- BOE (2009). *Reales Ordenanzas de las Fuerzas Armadas*, Madrid: s.n.
- Boloix, I. (2020). *Estudio de mejora en los sistemas de comunicación de mando y control en unidades de infantería ligero protegida en zona urbanizada*, Zaragoza: CUD.
- Cabello, E.C. (2001). *Los sistemas de mando y control: una visión histórico-prospectiva*, s.l.: s.n.
- Camacho, L. (2020). *Mejora del mando y control de un grupo táctico de montaña. La configuración de su puesto de mando en operaciones*, Zaragoza: CUD.
- CIS (2022). *Centro de Investigaciones Sociológicas*. Disponible en: [https://www.cis.es/cis/opencms/ES/1\\_encuestas/ComoSeHacen/queesunaencuesta.html](https://www.cis.es/cis/opencms/ES/1_encuestas/ComoSeHacen/queesunaencuesta.html) [Consultado: 20 octubre 2022].
- Department of Defense (2008). *Environmental engineering considerations and laboratory tests*, Washington DC: s.n.
- DJI (2022). *DJI*. Disponible en: <https://www.dji.com/es/mini-2?site=brandsite&from=nav> [Consultado: 20 octubre 2022].
- Eisenhower, D. D. (1957). *National Defense Executive Reserve Conference*. Washington, D.C.: s.n.
- Ejército de Tierra (2020). *Ejército de Tierra*. Disponible en: [https://ejercito.defensa.gob.es/estructura/briex\\_2035/index.html](https://ejercito.defensa.gob.es/estructura/briex_2035/index.html) [Consultado: 23 octubre 2022].
- EUROINNOVA (2020). *EUROINNOVA International Online Education*. [Disponible en: <https://www.euroinnova.edu.es/blog/que-es-un-estudio-economico#iquestqueacute-es-un-estudio-econoacutemico>] [Consultado: 21 octubre 2022].
- GlobalSecurity (2004). *GlobalSecurity.org*. Disponible en: <https://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/6-0/chap1.htm#fig1-1> [Consultado: 24 octubre 2022].
- JEME, A. E. y. B. (2022). *El JEME explica en Toledo las claves de la modernización del Ejército* [Entrevista] (13 octubre 2022).
- Jurado, R. U. (2019). *Posibilidades de mando, control y comunicaciones en el VCI "Pizarro"*, Zaragoza: CUD.
- MADOC (2013). *PD2-002. Funciones de combate*, Granada: MINISDEF.
- MADOC (2015). *Equipo de misiles contracarro dr largo alcance tow, MI-013*, Granada: MINISDEF.
- MADOC (2017). *Pelotón y equipo misil contracarro SPIKE LR dual, MI-101*, Granada: MINISDEF.
- Marín, A. M. (2017). *Desarrollo del mando y control y las capacidades CIS en el BICC*, Zaragoza: CUD.
- Martínez, J. L. (2020). *Necesidades y capacidades para la implementación de un sistema de Mando y Control único para el Ejército de Tierra en todos sus niveles*, Zaragoza: CUD.
- Millán, A. M. L. (2021). *Planeamiento y ejecución de ejercicios y operaciones de una Compañía*



de Infantería mediante la aplicación ATAK, Zaragoza: CUD.

MINISDEF (2012). *Más precisión, movilidad, potencia de fuego y rapidez de respuesta*. Disponible en: <https://ejercito.defensa.gob.es/actualidad/2012/08/1817.html> [Consultado: 20 octubre 2022].

MINISDEF (2016). *Fuerza de respuesta OTAN España, punta de lanza VJTF*. Disponible en: <https://www.defensa.gob.es/brigada-vjtf/es/que-es-vjtf.html> [Consultado: 20 Octubre 2022].

MINISDEF (2018). *Doctrina para el empleo de las FAS*, Madrid: MINISDEF.

Ministerio de Defensa (2019). *Ministerio de Defensa*. Disponible en: [https://ejercito.defensa.gob.es/estructura/briex\\_2035/resumen\\_ejecutivo\\_fuerza\\_35.html](https://ejercito.defensa.gob.es/estructura/briex_2035/resumen_ejecutivo_fuerza_35.html) [Consultado: 30 octubre 2022].

Ministerio de Defensa (2022). *Presupuesto del Ministerio de Defensa*, Madrid: Ministerio de Defensa.

Nato Standardization Office (2017). *APP-6*, Bruselas: Nato Standardization Office.

Normalización Española (2018). *Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)*, Madrid: UNE.

Oficina de Proyectos (2022). *Gestión de Riesgos*. Zaragoza: CUD.

Sobrido, J. M. G. (2017). *Capacidades y Limitaciones del sistema BMS*, Zaragoza: CUD.

Suárez, S. S. (2020). *Necesidades logísticas del despliegue del BIMT "Zamora" I/29 para cumplimentar las misiones como Batallón VJTF*, Zaragoza: CUD.

UDC (2020). *Tipos de entrevista.*, Coruña: UDC.

United States Government (2022). *TAK*. Disponible en: <https://tak.gov> [Consultado: 21 octubre 2022].

Wondershare (2019). *Wondershare*. [Disponible en: <https://www.edrawsoft.com/es/radar-chart/>] [Consultado: 20 octubre 2022].



## ANEXOS

### Anexo 1. Entrevista abierta con el Sargento Primero D. Rubén Gil Fontán.

La entrevista se desarrolló en un ambiente distendido dentro de las instalaciones del Batallón "Zamora". Entre los contenidos a tratar destacan: las necesidades de una compañía de infantería motorizada para trabajar con ATAK con fluidez, la estructura necesaria para emplear la aplicación y los tipos de estructuras que se pueden emplear.

En el ámbito de las estructuras: el sargento primero explicó la posibilidad de trabajar con una VPN, un servidor online o un servidor físico. Dentro de la VPN, utilizada en la actualidad por el RI29, destacó la necesidad de usar la versión de pago para poder albergar a un total de 200 usuarios simultáneamente, capacidad suficiente para que el batallón al completo trabaje con normalidad. Respecto al servidor físico, cuyo precio reflejó que está situado en 3500€, destacó que podría resultar la opción óptima para trabajar con mayor facilidad y seguridad. Esto se debe a que la seguridad del servidor la establecería el personal que se encargue de crearlo dentro de la unidad, la gran capacidad de almacenamiento del servidor liberaría el espacio de almacenaje a los dispositivos conectados y administrar el servidor posibilita su compartimentación en función de las necesidades de uso de la unidad, de tal manera que se establece un servidor por cada funcionalidad para que en el caso de que una de ellas colapse, el resto siga en funcionamiento. En relación con el servidor online, reflejó que posee prestaciones similares a las del servidor físico, pero se pierde seguridad ante la posibilidad de filtraciones de información y su precio, que se establece en 1000€ mensuales, puede ser un inconveniente. La mayor ventaja de la versión online reside en que su mantenimiento va a cargo del proveedor del servicio por lo que sería un apartado que no haría falta abordar.

Toda la información presentada por el Sargento Primero ha resultado fundamental para la realización de este trabajo, constituyéndose en una de las fuentes de información más importantes.



## Anexo 2. Prueba Punto a Punto.

Tabla 9: Prueba Punto a Punto. Fuente: Tte. D. Juan Manuel García Sobrido. (Sobrido, 2017)

Nº PRUEBA	DISTANCIA	TAMAÑO ARCHIVO	RECEPCIONADO	TIEMPO
1	DEPÓSITOS	50 KB	SI	39''
2	X-554322	100 KB	SI	1'20''
3	Y-4084109	200 KB	SI	3'04''
4		500 KB	SI	7'32''
5	1,5 Km	1 MB	NO	-
6	CORTIJO DE LOS ARCOS	50 KB	SI	52''
7	X-555403	100 KB	SI	2'03''
8	Y-4084364	200 KB	SI	6'43''
9		500 KB	SI	15'
10	2,5 Km	1 MB	NO	-
11	CORTIJO RAMBLA HONDA	50 KB	SI	1'27''
12	X-556242	100 KB	SI	3'56''
13	Y-4084651	200 KB	NO	-
14		500 KB	NO	-
15	3,5 Km	1 MB	NO	-
16	CORTIJO DEL ALMACÉN	50 KB	SI	2'06''
17	X-556926	100 KB	SI	5'
18	Y-4086372	200 KB	NO	-
19		500 KB	NO	-
20	5 Km	1 MB	NO	-



## Anexo 3. Prueba de varios usuarios.

Tabla 10: Prueba de Varios Usuarios. Fuente: Tte. D. Juan Manuel García Sobrido. (Sobrido, 2017)

Nº PRUEBA	DISTANCIA	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO ARCHIVO	VII	VIII	BCG	BZAP	GL
				TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO
1	1,5 Km	DEPÓSITOS	50 KB	5'	3'	7'	5'	2'
2	3,5 Km	CORTIJO RAMBLA HONDA	50 KB	6'	7'	15'	5'	4'
3	5 Km	PIRULI	50 KB	-	9'	17'	7'	33'
4	8 Km	RABANILLO	50 KB	-	20'	22'	20'	40'
5	10 Km	SIERRA ALHAMILLA	50 KB	-	29'	35'	32'	-



## Anexo 4. Ejercicio de fuego con morteros apoyado con la aplicación ATAK.

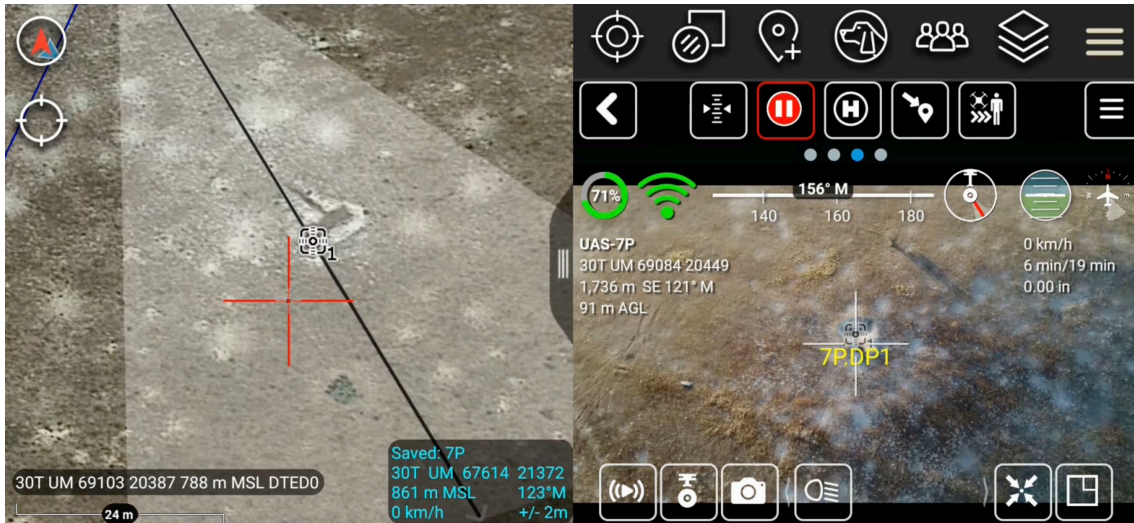


Figura 22: Designación del blanco con ATAK. Elaboración propia.

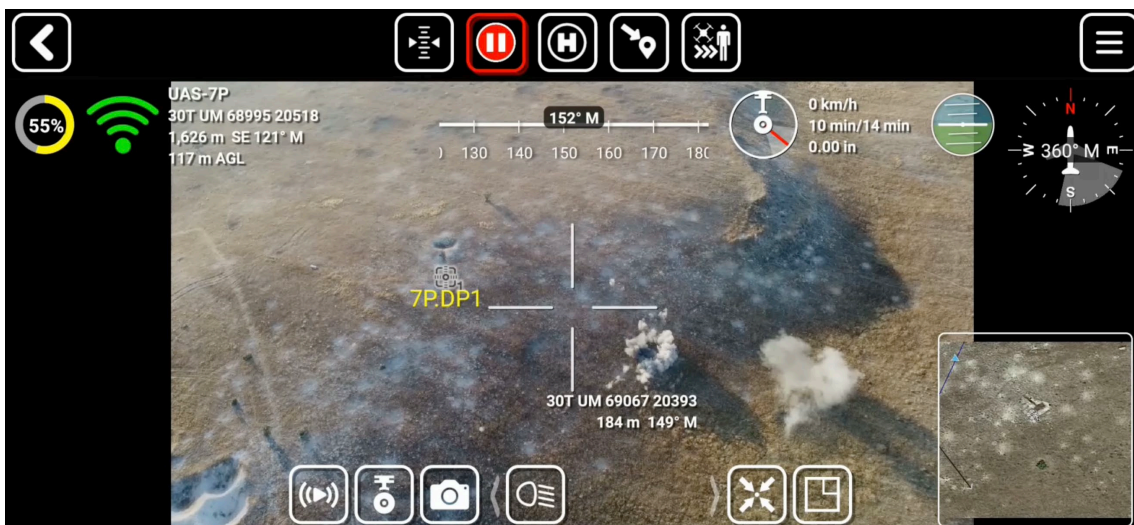


Figura 23: Primera acción de fuego. Elaboración propia.



Alejandro Fernández Castillo



Figura 24: Localización centro de impactos y corrección. Elaboración propia.

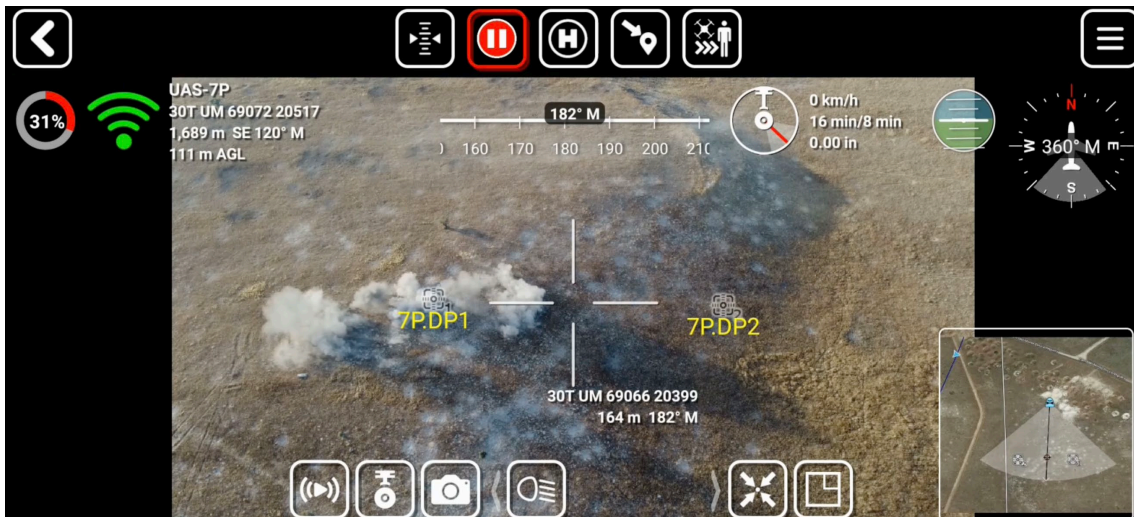


Figura 25: Segunda acción de fuego sobre el objetivo 7P.DP1. Elaboración propia.



## Anexo 5. Reconocimiento de las posiciones enemigas realizado por la DCC.



Figura 26: Reconocimiento de posiciones enemigas. Elaboración propia.



Figura 27: Reconocimiento de posiciones enemigas. Elaboración propia.



Figura 28: Reconocimiento de posiciones enemigas. Elaboración propia.



## Anexo 6. Planeamiento del ejercicio beta.

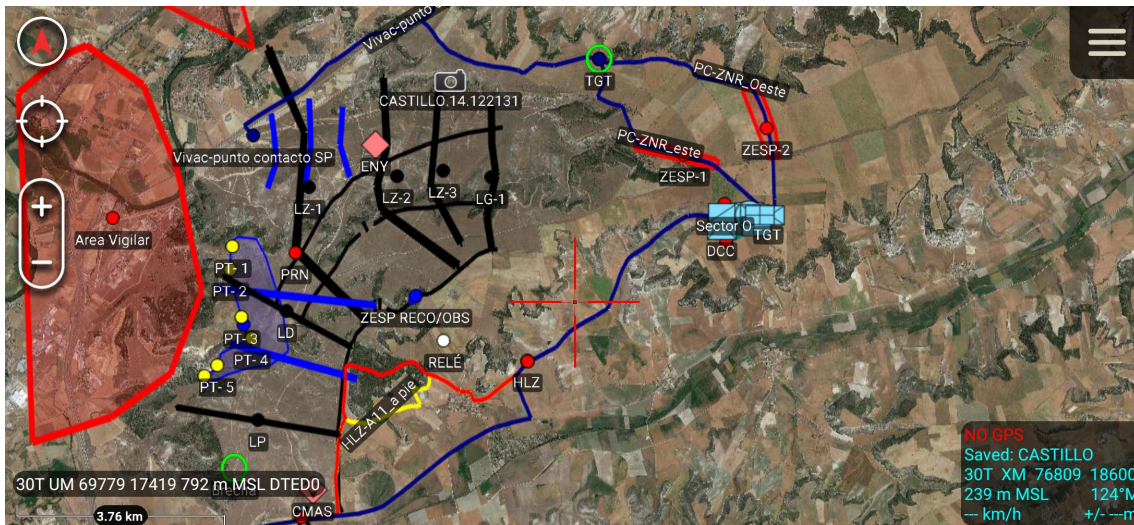


Figura 29: Superponible completo de la maniobra. Elaboración propia.

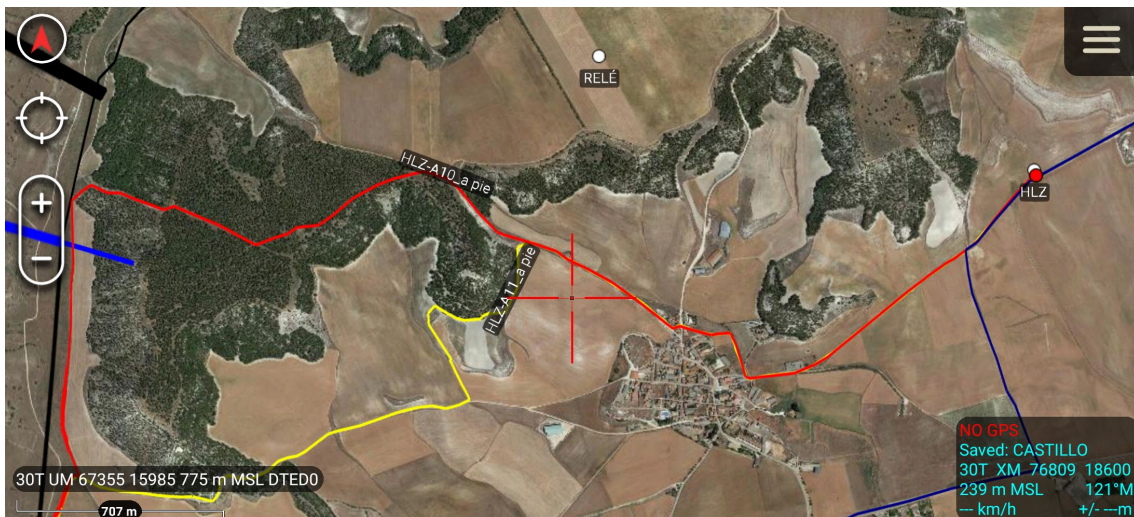


Figura 30: HLZ e itinerarios de las unidades. Elaboración propia.

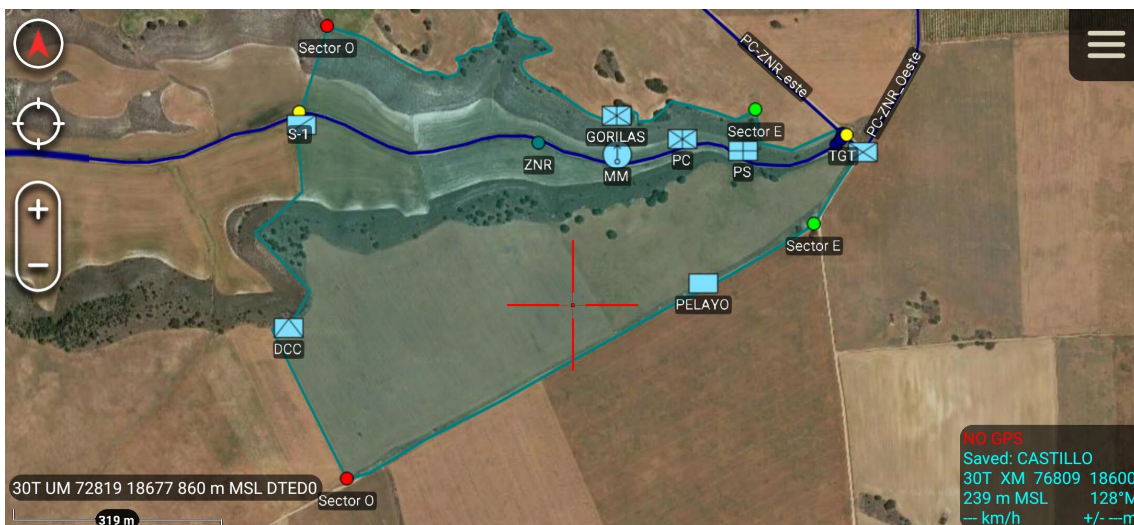


Figura 31: Organización de la zona de reunión. Elaboración propia.



## Anexo 7. Encuesta en relación con la aplicación ATAK.

Tabla 11: Encuesta y resultados. Elaboración propia.

HARDWARE Y SOFTWARE			RESULTADOS	
1. He podido descargar la aplicación sin ningún problema	SI	NO	79%	21%
2. He invertido mi propio dinero para poder usar la aplicación (compra de dispositivo)	SI	NO	26%	74%
3. Considero que la mejor opción es un teléfono móvil de dotación	SI	NO	100%	0%
FORMACIÓN				
4. Considero necesaria una formación previa al uso del ATAK	SI	NO	100%	0%
5. Considero suficiente la formación dada previa a las maniobras en Renedo	SI	NO	87%	13%
6. Estoy dispuesto a recibir formación adicional sobre el ATAK	SI	NO	95%	5%
MANDO Y CONTROL				
7. Considero ATAK una buena herramienta de mando y control	SI	NO	88%	12%
8. ATAK facilita la fase de planeamiento	SI	NO	100%	0%
9. Considero que ATAK favorece la transmisión de órdenes	SI	NO	89%	11%
10. Soy más consciente de la maniobra gracias a ATAK	SI	NO	53%	47%

### Análisis de los resultados.

De los resultados de la encuesta anterior se pueden extraer tres conclusiones principales:

- La necesidad de tener **teléfonos de dotación** para utilizar la aplicación ATAK, así como otras aplicaciones de navegación y de interés militar. Esta conclusión se extrae del alto número de componentes que ha tenido que realizar una inversión de material para trabajar con la app, del personal que no ha podido instalarla por falta de capacidad y rendimiento de su dispositivo propio y por la falta de seguridad que supone trabajar con información sensible junto con la información personal de cada militar.
- La **formación** del personal para utilizar la aplicación es un **pilar fundamental** dentro de la estructura de ATAK. Casi la totalidad de los encuestados considera necesaria una formación previa a la utilización de la app y estaría dispuesto a recibir formación adicional para aumentar sus conocimientos de uso.
- La aplicación ATAK es considerada una **buena herramienta** para el **mando y control** de las unidades. La totalidad del personal encuestado considera que favorece la fase de planeamiento gracias a sus capacidades y 9 de cada 10 está de acuerdo con que favorece la transmisión de órdenes y el mando y control durante las operaciones.



## Anexo 8. Organización operativa del BIMT "Zamora" como Bon. VJTF.

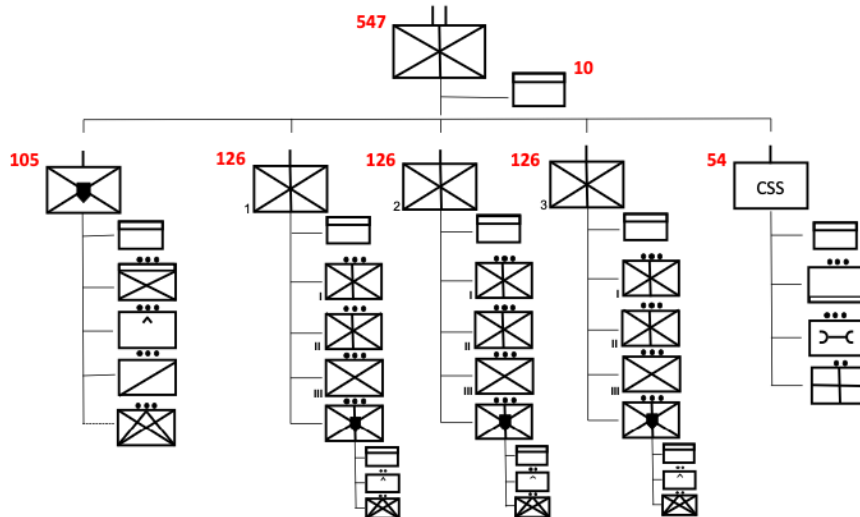


Figura 32: Organización Operativa BIMT "Zamora" como Unidad VJTF. Fuente: Tte. Sergio Suárez Suárez. (Suárez, 2020)

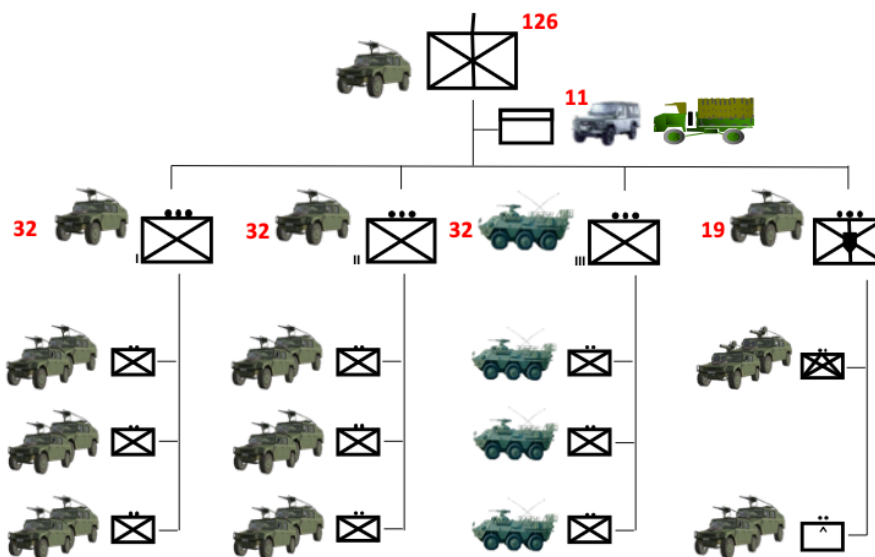


Figura 33: Organización operativa 1ª y 2ª compañías mixtas. Fuente: Tte. Sergio Suárez Suárez (Suárez, 2020)



Alejandro Fernández Castillo

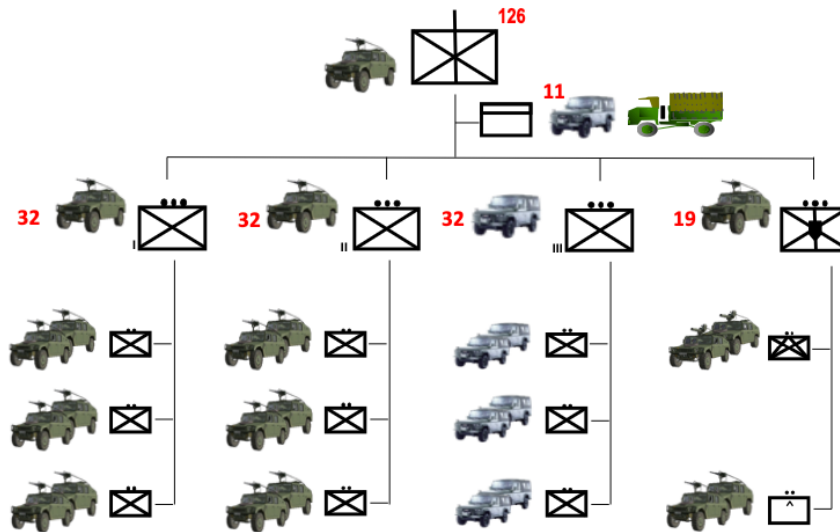


Figura 34: Organización operativa 3ª compañía de fusiles. Fuente: Sergio Suárez Suárez (Suárez, 2020)

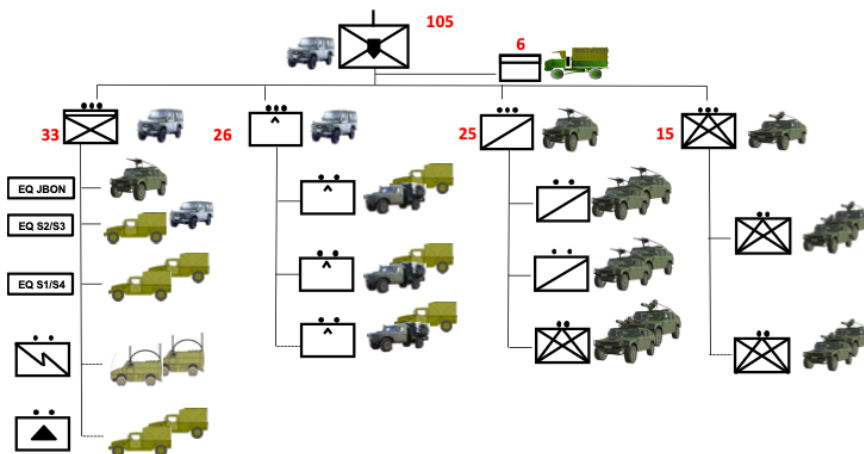


Figura 35: Organización Operativa Cía MAPO. Fuente: Tte. Sergio Suárez Suárez (Suárez, 2020)

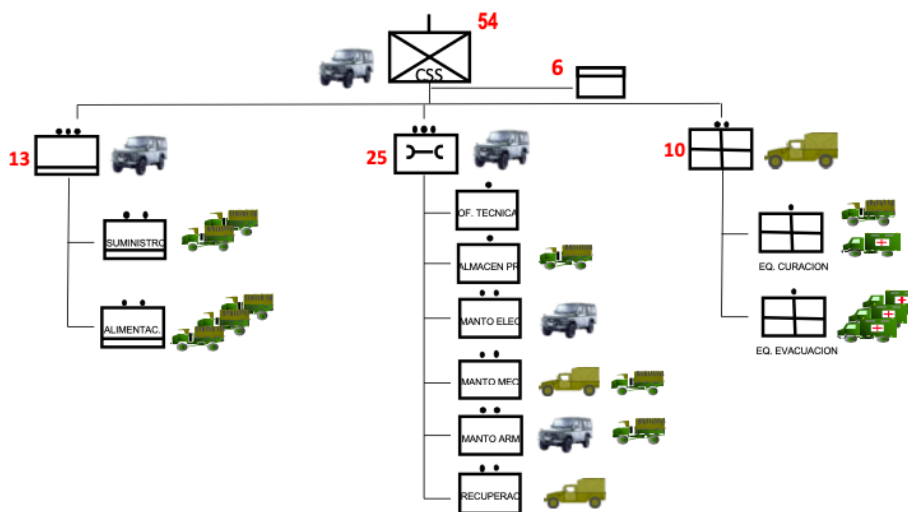


Figura 36: Organización Operativa Cía de Servicios. Fuente: Tte. Sergio Suárez Suárez. (Suárez, 2020)



## Anexo 9. Organización operativa del GT "Santiago".

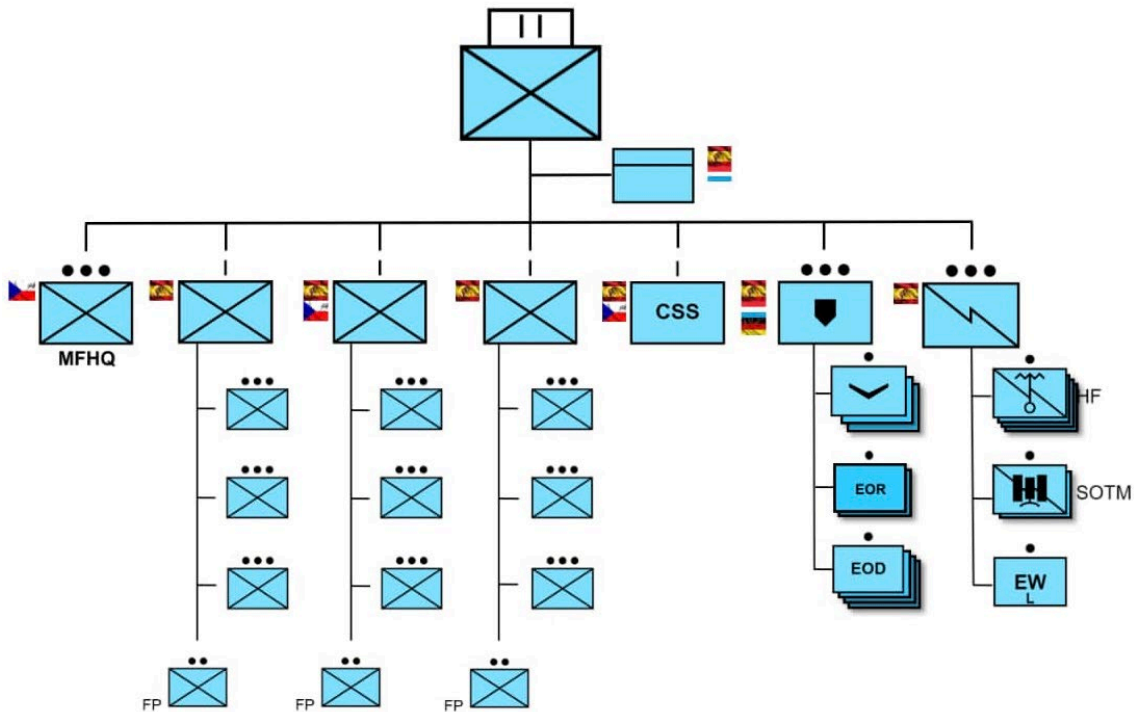


Figura 37: Organización Operativa del GT "Santiago" para EUTM Mali XX. Fuente: GT "Santiago"

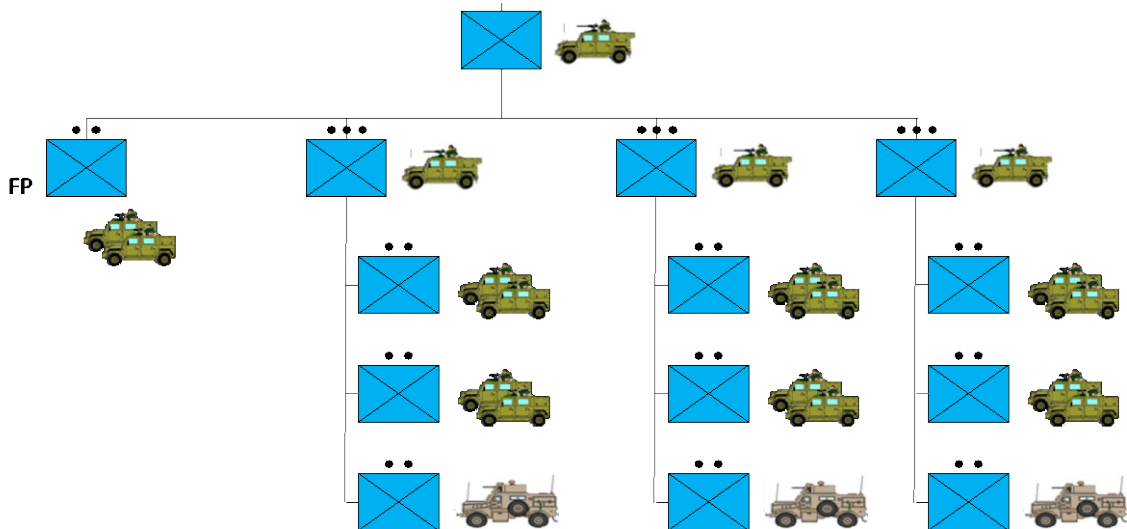


Figura 38: organización operativa de un subgrupo táctico del GT "Santiago". Elaboración propia.



## Anexo 10. Análisis de riesgos.

Análisis de riesgos							
Evaluación de riesgos							
ID	Descripción riesgo	Categoría riesgo	Impacto (H,M,L)	Probabilidad (1,2,3)	Clase riesgo	Efectos riesgo	Medida propuesta
1	Rotura o avería grave del dispositivo móvil.	Hardware	H	1	1H	El usuario no podría trabajar con la aplicación. Pérdida total del enlace	Llevar el dispositivo en un lugar o bolsillo adecuado. Puede estar fijo en el vehículo mediante velcro.
2	Rotura del dispositivo LoRa	Hardware	M	3	3M	El usuario perdería enlace.	Crea una funda rígida y resistente para proteger el dispositivo.
3	Destrucción del servidor físico.	Red	H	1	1H	Se pierde el enlace para todos los usuarios conectados al servidor. Se pierde toda la información almacenada	Contar con una doble configuración para en el caso de perder una infraestructura contar con otra.
4	Caída del servidor online.	Red	H	1	1H	Se pierde el enlace para todos los usuarios conectados al servidor.	Contar con una doble configuración para en el caso de perder una infraestructura contar con otra.
5	Caída de la VPN	Red	H	1	1H	Se pierde el enlace para todos los usuarios conectados al servidor.	Contar con una doble configuración para en el caso de perder una infraestructura contar con otra.
6	Pérdida señal 3G/4G	Red	M	2	2M	Se pierde el enlace temporalmente con el resto de los usuarios.	Contar con un amplificador de señal.
7	Riesgo de filtración de información	Red	H	1	1H	La información filtrada o robada podría ser utilizada en contra de los intereses de la unidad.	Llevar a cabo toda la infraestructura para utilizar el ATAK con medios propios.
8	Fallo en la transmisión de órdenes por falta de formación	Formación	M	2	2M	Fallos en la coordinación, enlace y conducción de la maniobra	Llevar a cabo una formación completa del personal para el buen desempeño a la hora de usar la app.
9	Fallo de la app	Software	M	1	1M	Fallos en la conexión entre dispositivos, en el chat o en la lectura de la cartografía.	Tener la aplicación actualizada a la última versión.



## Anexo 11. Informe de necesidades de material para usar la aplicación ATAK en la BRILAT.

**INFORME QUE FORMULA EL TENIENTE DE INFANTERIA. ESCALA DE OFICIALES, JAIME LAGO LÓPEZ CON DNI 32709169-H, DESTINADO EN EL RI "ISABEL LA CATÓLICA Nº29" SOBRE EL MATERIAL QUE SERÍA NECESARIO ADQUIRIR PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ATAK COMO HERRAMIENTA AUXILIAR AL MANDO Y CONTROL EN EL BIMT "ZAMORA" I/29.**

A la hora de implementar el sistema ATAK es imprescindible disponer de dispositivos dedicados exclusivamente a ello para poder realizarlo de forma segura. De este modo, tanto los smartphones como el ordenador a emplear deberían utilizarse única y exclusivamente para el mando y control mediante ATAK.

Para la propuesta que sigue, se ha empleado como referencia el Trabajo de Fin de Grado (TFG) del Caballero Alférez Cadete D. Alejandro Fernández Castillo, que realizó sus Prácticas Externas en el RI29. Dicho TFG se titula "Estudio de implementación de la aplicación ATAK como herramienta de apoyo al mando y control en unidades de infantería motorizada para el combate convencional", y su estudio económico se remite adjunto a este documento.

La adquisición inicial puede dividirse en 3 partes: dispositivos móviles, ordenador y disco duro externo y contratación de tarjetas de datos.

- 1) Dispositivo móvil:** el smartphone de elección es el **Doogee S96 Pro**, ya que es el que mejor puntuación obtuvo en el estudio del Alférez Castillo y que ya ha sido probado en el uso del ATAK. El precio está obtenido de la siguiente página <https://www.doogee.cc>

Modelo	Sistema	RAM/ROM	Batería	Certificación	Navegación	Precio
Doogee S96 Pro	Android 10	8/128 Gb	6350 mAh	IP68 – IP69K MIL-STD-810G	GPS, GLONASS, Beidou, Galileo	<b>280€</b>

En cuanto a cantidad de dispositivos, se estima que, para un uso inicial, deberían disponer de dispositivo los Jefes de Compañía, Jefes de Sección de Armas, Jefes de Sección y Pelotón independientes, PCAV, PCR y Jefe de Grupo Táctico (sin contar a los posibles capacitadores). Siguiendo este criterio:

UNIDAD	Nº DISPOSITIVOS	TOTAL DISPOSITIVOS
Jefe GT	1	<b>20</b>  <b>(5600€)</b>
PCAV	1	
PCR	1	
Cia 1 "Hormigas"	2	
Cia 2 "Lobos"	2	
Cia 3 "Gorilas"	2	
SERECO	4	
SC DCC	3	
SC MMLA	3	
PN OBS	1	



Doogee S96 Pro



Alejandro Fernández Castillo

- 2) **Creación servidor:** el RI29 ya se encuentra en proceso de adquisición de un ordenador portátil de capacidades adecuadas (16 Gb RAM, buena tarjeta gráfica, procesador i7 de décima generación), por lo que únicamente sería necesario un disco duro externo de gran capacidad para almacenaje de cartografía, imágenes e información en general a la que acceder mediante los dispositivos conectados.  
En la página <https://www.pccomponentes.com> se encuentran múltiples modelos. Uno de buena relación calidad-precio es el **WD Elements Desktop 10TB 3.5" USB 3.0**, con capacidad de almacenamiento de 10TB y **250,51€ de precio**.
- 3) **Contratación tarjetas de datos:** de igual manera que el resto de las tarjetas contratadas para los móviles corporativos ya en uso en el RI29. La tarifa de datos no es necesario que sea superior a 10Gb al mes, ya que se ha comprobado que el tráfico de datos no es demasiado exigente. A fecha de redacción de este informe, el CISPOC del RI29 se encuentra realizando las averiguaciones necesarias sobre proveedor, disponibilidad y tarifa.  
El Alférez Castillo calculó un gasto de 7,95€ al mes por tarjeta, con un contrato de 12 Gb al mes mediante la empresa Lowi (<https://www.lowi.es>).

A la espera de la adquisición de las tarjetas de datos, el coste económico de la implementación inicial del uso del sistema ATAK en el BIMT "Zamora" I/29, sumando el gasto de la compra de los teléfonos **Doogee S96 Pro** y del disco duro **WD Elements Desktop 10TB 3.5" USB 3.0**, sería de **5850.51€**

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTE	COSTE TOTAL
Doogee S96 Pro	20	280€	5600€	<b>5850.51€</b>
Disco duro 10 TB	1	250,51€	250,51€	

Pontevedra, a 21 de octubre de 2022

LAGO  
LOPEZ  
JAIME -  
Firmado digitalmente por  
LAGO LOPEZ JAIME  
Fecha: 2022.10.21  
19:22:42 +02'00'

Tte. Jaime Lago López

El informe, realizado por el Tte. D. Jaime Lago López jefe de la sección de DCC del Batallón "Zamora", recoge una petición de material para implementar ATAK como herramienta de mando y control dentro del batallón. La fuente para la realización del informe es el presente TFG. Del trabajo se extrae: (i) el dispositivo necesario para los usuarios; (ii) el material necesario para crear un servidor físico; y (iii) la contratación de una tarifa de datos para trabajar con los dispositivos móviles.

Gracias a este informe se puede apreciar el impacto del Trabajo de Fin de Grado sobre la UCO donde se realizaron las PEXT y confirma las razones que llevaron a la realización de este trabajo.