

Trabajo Fin de Grado

Estudio de mejora de los medios de transmisiones en
unidades de infantería especializadas en combate en
bosque

Jorge Cordero Puig

Director académico: Francisco Javier Pascual Aranzana

Director militar: Ignacio De Ledesma Soler

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2023



Agradecimientos

Agradezco la colaboración, el buen trato y la amabilidad que han tenido todos los miembros de la 3ª Compañía del Regimiento de Infantería Isabel la Católica nº29, sin ellos no hubiese podido realizar este trabajo de una manera más clara y concisa. Agradecer de igual manera a mi director militar por tratarme como un subordinado más en su Compañía y asesorarme en las pautas que debían seguir tanto mis prácticas como este trabajo. De igual manera agradecer a mi director académico su preocupación y dedicación por el devenir de este trabajo. Me gustaría agradecer también a mis familiares, novia y amigos por dedicar su tiempo a leer este trabajo cuando les pedía consejos a pesar de no tener conocimiento sobre el tema que se trata en el mismo.



RESUMEN

Este trabajo muestra las posibles alternativas para mitigar los fallos de los sistemas de transmisiones a bajo nivel en unidades de combate en ambiente boscoso, este ambiente es conocido como FIWAF. Las unidades que poseen instrucción en este tipo de ambiente se sitúan en las provincias de Asturias y Pontevedra, habiendo sido desarrollado este trabajo en el Regimiento de infantería Isabel la Católica Nº29 de Pontevedra.

Este trabajo de fin de grado (TFG) surge de la necesidad. Actualmente se presentan problemas con el enlace de transmisiones con los medios en dotación a nivel Ejército de Tierra, los cuales se ven incrementados en ambiente boscoso.

Tras una breve introducción a las tropas de combate en ambiente boscoso y las causas que motivaron su creación, se explicitan los objetivos a alcanzar con el trabajo, los cuales se centran en solventar los problemas existentes con los medios de transmisiones de dotación ya sea implementando mejoras a los medios disponibles actualmente o buscando una alternativa adecuada que cubra las necesidades demandadas por los cuadros de mando. Para lograr estos objetivos se ha utilizado una metodología cualitativa centrada en una entrevista a un cuadro de mando especializado en FIWAF, una encuesta a los cuadros de mando experimentados en FIWAF respecto a los medios de transmisiones en dotación actuales y reuniones de trabajo periódicas con los cuadros de mando de la unidad donde el autor de este TFG realizó las prácticas externas, enfocadas a descubrir los fallos de transmisiones detectados.

El desarrollo del trabajo se inicia introduciendo los medios de transmisiones en dotación que existen en unidades de combate en ambiente FIWAF en el Ejército de Tierra. Tras identificar sus puntos fuertes y débiles, se realiza una serie de propuestas de mejoras individualizada a cada medio de transmisión. Posteriormente, se analizan las necesidades de transmisión que deberían estar cubiertas por los medios de dotación, así como las necesidades expresadas por los cuadros de mando en base a su experiencia. Estas necesidades han sido extraídas del análisis realizado sobre la citada encuesta y de las reuniones de trabajo mencionadas anteriormente. En base a la lista de necesidades, se evalúan las propuestas de mejora por parte de gran parte de los mandos experimentados en FIWAF a nivel nacional mediante una encuesta realizada a través de medios telemáticos. Al considerar que los medios de transmisiones de dotación actuales no cumplen con las necesidades de transmisión, se han buscado alternativas tanto dentro de la Brigada a la que pertenece el Regimiento donde se realizaron las prácticas, como en el Mando de Operaciones Especiales, debido a que sus necesidades de comunicación son similares. Tras comparar las posibles soluciones se concluye que la aplicación ATAK (aplicación de mando y control para dispositivos Android) es la solución más adecuada. Finalmente, se muestra una breve guía del proceso que debería seguirse para su implementación.

Palabras clave

Trasmisiones, ambiente boscoso, FIWAF, mejora continua.



ABSTRACT

This work shows the possible alternatives to mitigate the failures of low-level transmission systems in combat units in forest environment, this environment is known as FIWAF. The units that have training in this type of environment are located in the provinces of Asturias and Pontevedra, and this work has been developed in the Isabel la Católica No. 29 Infantry Regiment of Pontevedra.

This Final Degree Project (TFG) arises from the need. At present, there are problems with the transmission link with the means of communication at the Army level, which are increased in a wooded environment.

After a brief introduction to combat troops in a forested environment and the causes that motivated its creation, the objectives to be achieved with the work are made explicit, which are focused on solving the existing problems with the means of transmissions currently available, either by implementing improvements to the means currently available or by searching for a suitable alternative that covers the needs demanded by the command staff. In order to achieve these objectives, a qualitative methodology has been used, centered on an interview with a FIWAF specialized commander, a survey of experienced FIWAF commanders regarding the current means of transmissions and periodic working meetings with the commanders of the unit where the author of this TFG carried out his external training, focused on discovering the transmission failures detected.

The development of the work begins by introducing the means of transmissions that exist in combat units in the FIWAF environment in the Spanish Army. After identifying their strengths and weaknesses, a series of proposals are made for individual improvements to each means of transmission. Subsequently, an analysis is made of the transmission needs that should be covered by the equipment, as well as the needs expressed by the command staff on the basis of their experience. These needs were drawn from the analysis of the above-mentioned survey and the working meetings mentioned above. On the basis of the list of needs, proposals for improvement were evaluated by a large number of experienced FIWAF commanders at the national level by means of a survey carried out by telematic means. Considering that the current means of transmissions do not meet the transmission needs, alternatives have been sought both within the Brigade to which the Regiment where the practices were carried out belongs, as well as in the Special Operations Command, due to the fact that their communication needs are similar. After comparing the possible solutions, it is concluded that the ATAK application (command and control application for Android devices) is the most suitable solution. Finally, a brief guide to the process that should be followed for its implementation is shown.

KEYWORDS

Transmissions, forest environment, FIWAF, continuous improvement.



INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	I
RESUMEN	II
PALABRAS CLAVE	II
ABSTRACT.....	III
KEYWORDS	III
INDICE DE FIGURAS	VI
INDICE DE TABLAS.....	VII
ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS	VIII
1 INTRODUCCIÓN	1
2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	3
2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE	3
2.1.1 OBJETIVOS A ALCANZAR CON LA INVESTIGACIÓN REALIZADA EN ESTE TRABAJO.....	3
2.1.2 ALCANCE DEL TRABAJO REALIZADO.....	3
2.2 METODOLOGÍA	4
3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	5
4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS	6
4.1 MEDIOS DE TRASMISIONES QUE POSEEN LAS UNIDADES DE FIWAF EN DOTACIÓN	6
4.1.1 RADIOTELÉFONO SPEARNET.....	6
4.1.2 RADIOTELÉFONO PR4G V3.....	8
4.1.3 RADIOTELÉFONO PNR500.....	10



4.2	PROPUESTAS DE MEJORA SUGERIDAS PARA LOS MEDIOS DE TRASMISIONES DE DOTACIÓN ...	12
4.2.1	MEJORA PR4G V3	12
4.2.2	MEJORAS SPEARNET	12
4.2.3	MEJORAS PNR500	13
4.3	NECESIDADES DETECTADAS EN LOS MEDIOS DE TRANSMISIONES	14
4.3.1	NECESIDADES DETECTADAS DURANTE EL USO DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIONES DE DOTACIÓN EN AMBIENTE FIWAF.....	15
4.3.2	NECESIDADES QUE DEBERÍAN CUMPLIR LOS MEDIOS DE TRANSMISIONES DE DOTACIÓN PARA NO CONSIDERAR SU CAMBIO POR OTROS MEDIOS DE TRANSMISIONES.....	15
4.4	EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA LLEVADA A CABO POR UN GRUPO DE EXPERTOS EN AMBIENTE FIWAF.....	19
4.5	SOLUCIÓN IMPLEMENTADA POR ESTA BRIGADA DURANTE SUS DESPLIEGUES EN ZONA DE OPERACIONES.....	24
4.5.1	RADIO MIDLAND XT70	24
4.6	IMPLEMENTACIÓN DE ATAK PARA LA MEJORA DEL MANDO Y CONTROL DE UNIDADES FIWAF	27
4.6.1	SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE SEGURIDAD DE ATAK	30
4.7	RADIO ELBIT.....	31
4.8	COMPARACIÓN DE LAS POSIBLES ALTERNATIVAS ENCONTRADAS	35
4.9	PASOS NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR LA SOLUCIÓN MAS ADECUADA	37
5	CONCLUSIONES.....	39
6	BIBLIOGRAFÍA.....	40
7	ANEXOS.....	42
7.1	ANEXO I.....	42
7.2	ANEXO II.....	44



INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Soldados estadounidenses en la batalla de las Ardenas.	2
Figura 2 Soldado americano en la guerra de Vietnam.	2
Figura 3 Radioteléfono Spearnet.	6
Figura 4 Radioteléfono PR4G V3.	8
Figura 5 Radioteléfono PNR500.	10
Figura 6 Walkie talkie Midland XT70.	24
Figura 7 Imagen de carga de la aplicación.	27
Figura 8 Aplicación en funcionamiento.	28
Figura 9 Dibujo de la radio Elbit.	31



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características técnicas radioteléfono SPEARNET.....	7
Tabla 2 Características técnicas radioteléfono PR4G V3.....	9
Tabla 3 Características técnicas PNR500.	11
Tabla 6 Necesidades del radioteléfono Spearnet.	16
Tabla 5 Necesidades del radioteléfono PR4G V3.....	17
Tabla 4 Necesidades del radioteléfono PNR500.	18
Tabla 7 Respuestas de los jefes de pelotón a la pregunta sobre mejoras de transmisiones.....	21
Tabla 8 Respuestas de los jefes de sección a la pregunta sobre mejoras de transmisiones.	21
Tabla 9 Respuestas de los jefes de compañía a la pregunta sobre mejoras de transmisiones.	21
Tabla 10 Respuestas de los jefes de pelotón a la pregunta sobre fallos de transmisiones.	22
Tabla 11 Respuestas de los jefes de sección a la pregunta sobre fallos de transmisiones.....	23
Tabla 12 Respuestas de los jefes de compañía a la pregunta sobre fallos de transmisiones... ..	23
Tabla 13 Características técnicas radio Elbit.	32
Tabla 14 Gráfico Radar Chart.	36



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ATAK - Android Team Awareness Kit.

BRILAT - Brigada de infantería ligera aerotransportable.

CENAD - Centro nacional de adiestramiento.

CNR – Red radio de combate (Combat net radio).

COMSEC - Seguridad de comunicaciones.

DDI - Marcación interna directa (Direct Inward Dialing).

ET - Ejército de tierra.

FIWAF - Combate en zonas boscosas (Fight in wood and forest).

GPS - Global positioning system.

HF - Alta frecuencia (High frequency).

IP- Protocolo de internet (Internet protocol).

MOE - Mando de operaciones especiales.

MUX – Multiplexor.

NB – Eliminador de ruido (Noise blanker).

OTAN - Organización del tratado del Atlántico Norte.

PEXT - Prácticas externas.

PR4G – Programa radio de 4ª generación.

PTT - Presionar para hablar (Push to talk).

RI - Regimiento de infantería.

SAP - Segundo programa de audio (Second audio program).

TRANSEC - Seguridad de transmisiones.

UHF - Ultra alta frecuencia (Ultra high frequency).

VHF - Muy alta frecuencia (Very high frequency).



1 INTRODUCCIÓN

Desde la existencia del ser humano, el bosque lo ha acompañado en su evolución hasta llegar a la sociedad moderna en la que vivimos actualmente. El bosque se ha utilizado de todas las maneras posibles desde la caza hasta la lucha pasando por la supervivencia. Nunca ha sido un medio cómodo para el ser humano debido a su hostilidad, aunque es cierto que la sociedad española ha evolucionado muy ligada al mismo debido a la gran extensión de bosque existente en nuestro país. Según el cuarto inventario forestal nacional realizado por el Ministerio para la transformación ecológica y el reto demográfico en el año 2008, los ecosistemas forestales, ocupan algo más de veintiséis millones de hectáreas, entre las que podemos distinguir unos doce millones de hectáreas de terreno desarbolado y unos quince millones de hectáreas de terreno arbolado. Además, los bosques de coníferas suponen una extensión similar a los bosques frondosos, siendo ambos aproximadamente un cincuenta por ciento más extensos que los bosques mixtos. Los bosques españoles están conformados en mayor medida por encinas, seguidas por roble negro y la especie invasora de eucaliptos que colman gran parte de los bosques del sector norte peninsular. El ejército de tierra consciente de estas características y previo estudio de las posibilidades de un conflicto en un terreno de características boscosas ha situado dos bases de infantería ligera en la península Ibérica, una en Pontevedra y otra en Asturias, especializadas en helitransporte y combate en ambiente boscoso. El helitransporte se considera necesario debido a la dificultad de avance por este terreno.

La frase *“Quien no conoce su historia está condenado a repetirla”* del poeta y filósofo de origen español Jorge Agustín Nicolás Ruiz, aplicada en el ámbito militar, recuerda a famosas derrotas sucedidas en contiendas bélicas debido a la falta de estudio de batallas anteriores, como pasó en el frente oriental durante la Segunda Guerra Mundial. El frente oriental fue decisivo para determinar el resultado de la Segunda Guerra Mundial debido a que los altos cargos militares alemanes no supieron adaptar su maniobra a las condiciones climatológicas y naturales rusas, desencadenando en la mayor derrota sufrida por el ejército de la Alemania nazi. Este error fue cometido tanto por las tropas napoleónicas como las tropas germanas un siglo más tarde durante la Segunda Guerra mundial.

En lo que respecta al combate en bosque hay dos hitos importantes que llevan a la creación necesaria de tropas especializadas para evitar que el ejército español sucumba en hipotéticas batallas con: la batalla de las Ardenas y la guerra de Vietnam.

La batalla de las Ardenas fue una ofensiva alemana llevada a cabo desde el 16 de diciembre de 1944 hasta el 25 de enero de 1945 a través de los densos bosques y montañas de la región de las Ardenas. Los alemanes lograron avanzar sobrepasando los bosques de la región de las Ardenas, los cuales habían sido considerados como infranqueables por parte de las tropas aliadas. Las tropas alemanas fueron incapaces de adaptarse a las duras condiciones climatológicas y geográficas imperantes, tal y como se muestran en la Figura 1 (Musa, 2020).



*Figura 1 Soldados estadounidenses en la batalla de las Ardenas.
Fuente: (US Government document, 2010)*

En la guerra de Vietnam tuvieron vital importancia tanto el aprovechamiento del bosque como el conocimiento local del terreno. Esta guerra es conocida debido a su similitud con el relato bíblico de David contra Goliat, en este caso, un ejército conformado en gran parte por personal civil y tropas descentralizadas logró derrotar al ejército americano que disponía de tropa profesional (Ver: Figura 2) aplicando tácticas de guerra convencional y guerrilla en lugar de grandes batallas como trataba de imponer el ejército estadounidense. Entre las tácticas más comunes vietnamitas se encontraba el aprovechamiento del bosque, ya fuese trampeándolo mediante agujeros camuflados que atrapaban a los soldados o descubriendo las rutas enemigas mediante sus huellas. Estas técnicas no pueden ser usadas en su mayoría por un ejército regular debido a que las reglas de enfrentamiento que poseen este tipo de ejércitos basadas en el Derecho Internacional de los conflictos armados, en su artículo primero, dictamina que los estados contratantes deberán “respetar y hacer respetar el Derecho Humanitario en toda circunstancia”.



*Figura 2 Soldado americano en la guerra de Vietnam.
Fuente: (La nueva España, 2011)*

Para el triunfo de las operaciones militares no solo hay que mirar al pasado, sino que se deben buscar mejoras futuras, estas mejoras suponen un problema actualmente en las tropas especializadas en FIWAF debido a que los medios de transmisiones de los que disponen se encuentran anticuados o ineficaces para realizar un mando y control adecuado en las operaciones. Las causas por las que los medios actuales no son aptos se basan principalmente en la inexistencia de un medio especializado, es decir, se utilizan los mismos medios para establecer comunicaciones en terrenos extensos y llanos sin vegetación, como puede ser el campo de maniobras de San Gregorio (Zaragoza), como en lugares con bosque frondoso como puede ser el caso del campo de maniobras de Figueirido (Pontevedra).



2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1.1 OBJETIVOS A ALCANZAR EN ESTE TRABAJO

El objetivo de este trabajo es proponer soluciones a los fallos de los medios de transmisiones actualmente en dotación en zonas boscosas e incluso proponer una alternativa de adquisición, permitiendo a los jefes de: Pelotón, Sección y Compañía, realizar un mando y control adecuado tanto en su zona de instrucción como durante sus despliegues en zona de operaciones.

Para cumplir este objetivo se considera necesario satisfacer los distintos objetivos de secundarios siguientes:

- 1) Conocer las fortalezas y debilidades de los sistemas de transmisiones que se utilizan actualmente en dotación en FIWAF para ejercer el mando y control.
- 2) Analizar los puntos fuertes y débiles de los sistemas de transmisiones que se utilizan actualmente en dotación en FIWAF para ejercer el mando y control.
- 3) Conocer las alternativas tecnológicas implementadas en unidades del ejército de tierra para mitigar los fallos de transmisiones.
- 4) Analizar los puntos fuertes y débiles de las alternativas tecnológicas implementadas en unidades de ejército de tierra.
- 5) Conocer los pasos necesarios para implementar las soluciones tecnológicas seleccionadas para combate en ambiente FIWAF.

2.1.2 ALCANCE DEL TRABAJO REALIZADO

La investigación centrada en los fallos y soluciones de los sistemas de transmisiones en FIWAF se ha llevado a cabo en el Regimiento de Infantería Isabel La Católica nº29 localizado en Pontevedra (Galicia), unidad perteneciente a la BRILAT, donde he realizado las PEXT (prácticas externas realizadas por los Alféreces de quinto año de la Academia General Militar en unidades militares nacionales) Esta unidad se encuentra en un turno rotativo anual junto con el Regimiento de Infantería Príncipe nº3 localizado en Siero (Asturias), para, durante un año, ser la unidad referente en FIWAF a nivel nacional. Durante las PEXT realizadas en el año 2023, la unidad referente en FIWAF a nivel nacional es el Regimiento situado en Pontevedra y por tanto posee los medios más avanzados dotados por el ejército para su instrucción en este entorno. Su preparación para el combate se caracteriza por ser constante y exigente. Con esta instrucción el objetivo principal es alcanzar un nivel militar que permita cumplir con el concepto estratégico de la OTAN para poder realizar despliegues en territorio extranjero con el fin de garantizar la defensa colectiva frente a todas las amenazas que atentan contra la alianza creada bajo el amparo de la OTAN. Este objetivo ha sido alcanzado debido en gran medida a la cooperación existente en materia de instrucción con países como: Inglaterra, Italia, Portugal, entre otros, con los que se realizan jornadas de instrucción específica en ambiente FIWAF. Por otro lado, la unidad ha alcanzado el nivel militar que requiere la OTAN, obteniendo el cometido de realizar un despliegue durante el mes de Noviembre en Eslovaquia, con grandes opciones de poder ser la encargada



de abrir una misión OTAN el año 2024 en dicho país.

Finalmente se restringió a la investigación de las alternativas implementadas por unidades dentro de nuestro Ejército debido a la posibilidad de contrastar su eficacia, por otro lado estas soluciones cumplen con los estándares militares de uso por razones obvias de su estado de vigencia.

La búsqueda de alternativas se restringió de manera acotada a la BRILAT, centrándose en sus dos regimientos de infantería ligera: el RI Príncipe nº3 de Asturias y el RI Isabel la Católica nº29 de Pontevedra, debido a su experiencia en FIWAF. Además, se ha tenido en cuenta la experiencia en materia de instrucción aportada por el Mando de Operaciones Especiales debido a la necesidad de sus equipos operativos de realizar un control minucioso de sus operaciones, en las cuales se considera indispensable el enlace mediante sistemas de transmisiones. Por último, se han contemplado las soluciones tecnológicas que implementa la OTAN en sus despliegues en países extranjeros.

2.2 METODOLOGÍA

Para realizar este trabajo se han seguido distintos medios de clasificación de la información y análisis.

- Conocimiento de las necesidades de mando y control que tienen las unidades de infantería en ambiente FIWAF y determinación de los puntos fuertes y débiles de los medios actuales. Para realizar esta fase se han empleado los métodos que se citan a continuación: manual de instrucción de los sistemas de transmisiones tratados en el trabajo, conversaciones con cuadros de mandos experimentados destinados en el Regimiento de infantería Isabel La Católica, una entrevista realizada al Teniente Cuevas (Teniente referente a nivel nacional en ambiente FIWAF) y una encuesta realizada a los cuadros de mando experimentados en FIWAF, de los regimientos de infantería situados en Pontevedra y Asturias, mediante un formulario online de Google. Además, se ha tenido en cuenta la experiencia durante la semana de maniobras realizada en el CENAD San Gregorio.
- Estudio reflexivo de las soluciones tecnológicas implementadas que permitan disminuir este tipo de fallos. Durante esta fase se buscarán las soluciones aplicadas hoy en día en el ámbito del ejército de tierra para mitigar los fallos de transmisiones existentes. Además, se conocerá su eficacia mediante conversaciones con cuadros de mando experimentados.
- Contraste de las ventajas y limitaciones reales de las soluciones tecnológicas con las características teóricas. En esta fase se valorará la eficacia de las soluciones desde el punto de vista del usuario final, obteniéndose un listado de mejoras aportado por el propio usuario tipo de estos medios.
- Para encontrar la solución adecuada entre las posibles alternativas se ha implementado un gráfico radar (radar chart) el cual es una herramienta visual informativa en la que se comparan múltiples variables (tres o más) en un plano bidimensional. Para ello, crearemos diferentes ejes que salen de un punto central común. En la mayoría de los casos, todos los ejes se distribuyen de forma equitativa. A veces, los ejes también están conectados entre sí para formar diferentes cuadrículas que nos facilitan el trazado del gráfico de araña. (Raquel Acero, 2014)



3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

Como describió Alberts en su libro “Understanding command and control” escrito en 1942: *“El mando y control en el entorno militar se conoce como el ejercicio de la autoridad para realizar una conducción y seguimiento de las operaciones llevadas a cabo por el cuadro de mando expresamente designado para la misión. La conducción y seguimiento se basan principalmente en sistemas de comunicación, debido a que el tamaño de los despliegues imposibilita el ejercicio del mando mediante la propia voz”*. (Alberts, 1942)

Los sistemas de mando control cumplen la misión de permitir al jefe realizar una composición mental de la situación para poder realizar la toma de decisiones de manera adecuada y lo más importante, adaptada a la situación que está aconteciendo. Estos sistemas no deben ser confundidos con la función de mando y control. La función de mando y control consiste en la toma de decisiones llevada a cabo por un militar con consideración de cuadro de mando, mientras que los sistemas de mando y control son las herramientas de las que dispone un cuadro de mando para realizar la función antes citada. Estas herramientas son utilizadas por los cuadros de mando para recibir mensajes de voz, datos, vídeos y posicionamiento GPS entre otros.

Los sistemas de comunicación que posee el ejército de tierra en dotación en sus unidades de FIWAF en la actualidad son: PNR500, PR4G en sus versiones V1 y V3, y Spearnet. Cada una de ellas está enfocada a ser utilizada por un escalón de mando diferente. La PNR 500 está destinada a realizar el mando y control de pequeñas entidades: escuadra y pelotón. La PR4G está destinada al mando y control de sección y compañía. La radio SPEARNET cumple su cometido de ser una radio de carácter vehicular, utilizada preferentemente para el mando y control a nivel compañía o superior. (Ministerio de Defensa, 2021)

El estudio se centra en el uso de la radio hasta nivel compañía debido a la gran cantidad de ejercicios anuales que se realizan para instruir y adiestrar a unidades de este tamaño. Este factor facilita la adquisición de información para la realización de este TFG debido a que durante las PEXT el alférez ejerce funciones adscritas al teniente, pudiendo conseguir la información acerca de los fallos de transmisiones en su escalón de mando superior, propio y subordinado de una manera fidedigna.

El combate en ambiente FIWAF se basa en dos preceptos: combate de pequeñas unidades y en ambiente de difícil avance. El avance dificultoso se debe a la gran cantidad de vegetación que se puede encontrar en zonas boscosas, esta vegetación también hace que los sistemas de comunicaciones disminuyan su alcance de manera significativa. La vegetación no es la única razón por la cual disminuye el alcance de estos medios, las condiciones también son determinantes, esto es: un día soleado una radio tipo PR4G puede comunicarse con otra radio de las mismas características a una distancia de 10 Km, distancia que se puede ver reducida hasta en un 90% si con los mismos medios de emisión realizamos la prueba un día nublado, con humedad, vegetación espesa y una cota intermedia. La razón de estas diferencias de emisión reside en el modo de trabajo de las radios, que funcionan mediante emisión de ondas las cuales pueden ser: reflejadas, refractadas o absorbidas por los obstáculos naturales. Además ha sido comprobado experimentalmente que existe correlación entre humedad y apantallamiento, hecho que sumado a la densidad de la masa vegetal hace que la emisión carezca de las propiedades necesarias para ser utilizada en ambiente FIWAF de una manera fiable.



4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 Medios de transmisiones que poseen las unidades de FIWAF en dotación

Las unidades FIWAF no disponen de una orgánica diferenciada a cualquier unidad de infantería ligera, por tanto sus medios de dotación son comunes a las unidades de estas características. Estos medios son los radios anteriormente citados: SPEARNET, PR4G V3, PR4G V1 y PNR500, siendo utilizadas en este orden de mayor a menor entidad de la unidad bajo control. A continuación se exponen las características básicas de los distintos medios así como los puntos fuertes y puntos débiles que surgen del uso de estos medios en un ambiente con mayor número de interferencias debido a los bosques frondosos donde se realiza la instrucción.

4.1.1 RADIOTELÉFONO SPEARNET

El radioteléfono SPEARNET (Ver: Figura 3) es un medio de comunicación que trabaja con el sistema full-dúplex. El sistema full-dúplex permite recibir y transmitir voz y datos a la malla de manera simultánea, sin necesidad de esperar a que otro operador finalice la comunicación para empezar a transmitir. La prioridad siempre la tiene la voz, ya que se degrada con más facilidad. El radioteléfono tiene la capacidad de envío de voz, datos, vídeo y posicionamiento (Ver: Tabla 1). Utiliza la técnica de modulación “Espectro Ensanchado de Secuencia Directa”, cuya principal ventaja es la resistencia a la interferencia, a la perturbación y a la interceptación (función TRANSEC), es decir, una señal que intente interceptar la comunicación será rechazada ya que no contendrá el código ensanchador. La modulación de la portadora en espectro ensanchado adquiere el papel de llave en un sistema de cifrado (función COMSEC). Los radioteléfonos de una malla retransmiten automáticamente la información recibida al resto de equipos de esa malla con los que tienen enlace. La configuración de estos equipos se realiza a través de la interfaz radio accediendo mediante su propia página web (“http”), para ello se utiliza un terminal PC con conexión USB o Ethernet; además, cuentan con un GPS integrado que permite la localización geográfica GPS de cada usuario sobre un mapa. En la orgánica actual cada sección posee únicamente 4 terminales, repartidos entre el jefe de sección y sus tres jefes de pelotón, la carencia de medios dificulta la función de enlace por proximidad en ambiente FIWAF debido a la distancia que puede haber entre pelotones para realizar un avance eficiente. (Ministerio de defensa, 2017)



Figura 3 Radioteléfono Spearnet
Fuente: (Ministerio de defensa, 2017)



*Tabla 1 Características técnicas radioteléfono SPEARNET.
Fuente: (Ministerio de Defensa, 2021)*

GAMA DE FRECUENCIA	MULTIMISION 30 MHz a 2 GHz
TIPO DE RADIO	UHF(VOZ/DATOS)
ALCANCE	3000 METROS
AUNTONOMIA	12 HORAS
POTENCIA TRANSMISION	600 MILIVATIOS
MODOS DE TRABAJO	PORTATIL VEHICULAR
OTROS	Permite su integración Wireless, en Redes Telefónicas del tipo SIP/VoIP Networks y puede ser configurado como Router IP con conexión ETHERNET y USB.

VENTAJAS DEL USO DEL RADIOTELÉFONO SPEARNET

- Su resistencia a interferencias la hacen un medio muy útil en ambientes donde las mallas de radio están saturadas debido al enorme número de usuarios
- Su forma de uso es sencillo e intuitivo, no habiendo recibido ninguna crítica constructiva por parte de ningún militar con experiencia en la misma.
- En caso de disponer de terminales suficientes, cumple con los estándares de tamaño buscados para una radio en infantería ligera.
- Autonomía suficiente para realizar misiones tipo de unidades infantería FIWAF.
- Alcance suficiente para permitir el control de unidades de entidad compañía.

DESVENTAJAS DEL USO DEL RADIOTELÉFONO SPEARNET

- Su uso como radio vehicular la hace inadecuada para el ambiente FIWAF en el que los movimientos se realizarán principalmente a pie.
- Ancho de banda limitado para el envío de grandes conjuntos de datos simultáneos a mensajes de voz.
- Coste excesivo para el nivel de gasto actual del Ejército en la adquisición de nuevos medios de transmisiones.
- Disponibilidad muy limitada en las unidades de infantería.

4.1.2 RADIOTELÉFONO PR4G

El radioteléfono PR4G actualmente está en dotación en el RI nº29 en sus versiones V1 y V3. En este trabajo se ha tratado la versión 3 (Ver: Figura 4) debido a ser la versión más moderna. El radioteléfono PR4G V3 es un transceptor VHF/FM de la familia PR4G (radios portátiles de cuarta generación) de alto nivel de protección ECCM que permite efectuar transmisiones seguras en un ambiente electromagnético hostil (Ver: Ministerio de defensa, 2016). La denominación comercial de este transceptor es: PR4GE F@stnet, aunque la denominación PR4G V3 es la más habitual en el ámbito del Ejército de tierra y la que se empleará para referirse a la radio de modo genérico en este trabajo, independientemente de la configuración en que se presente. Existen dos configuraciones posibles: la configuración portátil tipo “man-pack” cuya denominación comercial es RT 9210 y la configuración vehicular cuya denominación comercial es RT-9310 para instalaciones en vehículos. Cada configuración consta del mismo radioteléfono más unos accesorios que diferencian una de otra. Esta radio puede ser empleada para transmisión de voz (fonía), de datos o como relé (ver pie página) (analógico o digital), y, además, a diferencia de anteriores versiones, incorpora una introducción a los nuevos modos de trabajo IP en modalidades SAP y MUX con capacidad para compatibilizar voz y datos en la misma transmisión/recepción en recepción de datos. Funciona en modo semidúplex con un cambio manual entre las funciones de transmisión y recepción. En modo fonía, el equipo dispone de un vocoder (codificador de voz) interno que mejora la calidad de la señal recibida en entornos muy interferidos, como es el caso del ambiente FIWAF, debido a esta característica, por lo general, se puede asegurar un alcance aproximado de 5 km en configuración portátil. (Ministerio de defensa, 2016)

La potencia de la radio es de 10W en configuración ligera, con alcance de unos 5 Km en terreno con poca densidad boscosa. Este dato ha sido contrastado mediante una prueba realizada entre la base y el lago Castiñeira. En terreno boscoso, el alcance de esta radio se ve reducido, siendo de una distancia de 800m-900m en el mejor de los casos según las respuestas obtenidas del personal experimentado en el uso de este radioteléfono.



*Figura 4 Radioteléfono PR4G V3.
Fuente: (Ministerio de defensa, 2016)*



Tabla 2 Características técnicas radioteléfono PR4G V3.
Fuente: (Ministerio de defensa, 2021)

GAMA DE FRECUENCIA	30-88 MHz (230 canales en pasos de 25 KHz)
SALTO DE FRECUENCIA	Si
BUSQUEDA DE CANAL LIBRE	Si
MODO DE ADAPTACIÓN	Si
FRECUENCIA DIGITAL FIJA	Si
CANALES	2.320
FRECUENCIA ANALOGICA FIJA	Si
TRANSMISIÓN DIGITAL DELTA (EUROCOM D 1)	16 Kbits/s
OTROS	Borrado de emergencia, tempest AMSG-784 y protección con EMP
MODOS DE TRABAJO	-Analógica (sin protector COMSEC) -Digital (con protector COMSEC)
TRANSFERENCIA DE DATOS	38.400 bits/s

VENTAJAS DEL USO DEL RADIOTELÉFONO PR4G

- Uso fácil e intuitivo, además el largo periodo de tiempo que llevan siendo utilizadas radios de esta familia en el Ejército hace que casi la totalidad de los militares tengan un manejo fluido de la misma.
- Dispone de supermux, software creado para permitir la transmisión de voz y datos simultáneamente. Para realizar el envío de datos ha sido una implementación fructífera pero no para la simultaneidad con voz.
- Posibilidad de realizar envío de datos o voz a través del dispositivo.
- Cifrado mediante dispositivo DDI de manera sencilla.
- Posibilidad de modificar la potencia de emisión para restringir el alcance, evitando la interceptación de datos enemiga.

DESVENTAJAS DEL USO DEL RADIOTELÉFONO PR4G

- El alcance que se obtiene en edificios cerrados, los cuales se suelen utilizar para realizar ataques a puntos sensibles es limitado e insuficiente
- No todas las radios se pueden actualizar al software supermux haciendo imposible lograr una comunicación de voz y datos simultánea a través de este medio.
- El dispositivo de cifrado DDI no se puede cargar cuando el modo supermux está activado, pudiendo llevar a errores de seguridad debido a que este se puede considerar como utilizado fructíferamente a pesar de encontrarnos ante una radio sin cifrar.
- El tamaño del dispositivo hace que el soldado que la porta no posea una operatividad plena.

4.1.3 RADIOTELÉFONO PNR500

El radioteléfono PNR500 (Ver: Figura 5) es un equipo de radio portátil y ligero que se utiliza para las comunicaciones a nivel de pelotón y escuadra. Esta radio permite hablar y escuchar a la vez, como un teléfono móvil (full dúplex), y también permite que en una comunicación existan tres personas enlazadas simultáneamente (Ver: Tabla 3). El PNR500 puede almacenar hasta 15 canales seleccionables por el operador. A cada canal le corresponde una red táctica, que se divide en cuatro mallas (subredes) diferentes. Dentro de una misma red (canal) cada radio puede escuchar / transmitir en una o dos mallas diferentes, dependiendo de la función que cada operador tenga en el pelotón. Cada malla puede tener un número ilimitado de radios en escucha, pero sólo pueden transmitir de forma simultánea hasta tres radios. Puede transmitir voz o datos de un ordenador, esto último a través de un cable especial. Tiene una función de llamada de emergencia que permite transmitir un mensaje urgente, incluso cuando la red está saturada. El manejo del PNR500 es muy sencillo, ya que se realiza por medio de unas pocas teclas en el panel frontal. El equipo no dispone de pantalla para visualizar los datos referentes a la configuración, pero cada vez que se pulsa una tecla se escucha en el auricular el cometido de esta y la situación en la que se encuentra. Por lo tanto, el operador puede seleccionar la función deseada utilizando los menús audibles, sin tener que mirar ninguna pantalla, e incluso sin mirar a la radio.



*Figura 5 Radioteléfono PNR500.
Fuente: (Ministerio de defensa, 2010)*

Dentro de la unidad se ha detectado la necesidad de disponer de unos medios de dotación para suplir las necesidades de enlace, debido a la falta de fiabilidad de los medios actuales de dotación para poder ser utilizados como un sistema de apoyo al mando y control. Actualmente en los ejercicios de instrucción los militares de cualquier rango utilizan radios walkie-talkie de adquisición propia, principalmente de la marca Baofeng, para realizar una comunicación de calidad y facilitar el mando y control de la unidad. Estos dispositivos suponen una amenaza para los enlaces debido a que trabajan en franjas de frecuencias civiles saturando un espectro que legalmente no puede ser utilizado por militares y suponiendo una amenaza debido a la carencia de cifrado de los mensajes transmitidos, los cuales pueden ser escuchados por cualquier radio aficionado de bajo nivel o por ejércitos de otros países. (Ministerio de defensa, 2010)



Tabla 3 Características técnicas PNR500.
Fuente: (Ministerio de Defensa, 2021)

GAMA DE FRECUENCIA	MULTIMISION 30 MHz a 2 GHz
TIPO DE RADIO	UHF(VOZ/DATOS)
ALCANCE	500 A 1000 metros
AUTONOMIA	12 HORAS
POTENCIA TRANSMISION	250 MILIVATIOS
MODOS DE TRABAJO	COMUNICACIÓN FULL-DUPLEX
OTROS	Puede participar hasta en cuatro redes (mallas), pudiendo seleccionar hasta 15 canales, por lo que se dispone de hasta 60 subredes (mallas).

VENTAJAS DEL USO DEL RADIOTELÉFONO PNR500

- Personal muy adaptado al sistema de funcionamiento de la radio debido a la gran trayectoria de esta radio en las fuerzas armadas
- La radio puede ser manipulada y configurada mediante indicaciones acústicas, prescindiendo de pantallas que puedan producir reflejos o fallos.
- Tamaño muy reducido que hace que su portabilidad sea sencilla y adecuada para un uso como infantería ligera en ambiente FIWAF.
- Posibilidad de crear subredes para enlazar entidades tipo escuadra y pelotón desde una misma frecuencia
- Dispositivo de gran robustez, factor necesario para su uso en entorno FIWAF.

DESVENTAJAS DEL USO DEL RADIOTELÉFONO PNR500

- El software de la radio está muy desfasado respecto a los estándares actuales de uso.
- La carencia de eficacia de este medio hace que los militares compren walkie talkies de marcas civiles suponiendo dos problemas: falta de seguridad y un desembolso innecesario por parte de los militares.
- La carencia de una antena de dimensiones razonables hace que el alcance de la radio no llegue a cubrir el despliegue de un pelotón en la mayoría de los casos.
- Señal poco potente además de ser débil ante interferencias del medio.
- El microauricular no es ergonómico cuando se porta el casco de dotación modelo COBAT.



4.2 PROPUESTAS DE MEJORA SUGERIDAS PARA LOS MEDIOS DE TRASMISIONES DE DOTACIÓN

4.2.1 MEJORAS SUGERIDAS PARA EL RADIOTELÉFONO SPEARNET

- Implementación de un dispositivo de manejo de la radio desde la muñeca, similar a un reloj deportivo desde el que se puedan controlar las opciones básicas.
- Dotación presupuestaria suficiente que permita la adquisición de este medio a unidades de infantería ligera.
- Adaptación para poder utilizar como radio desembarcable de vehículo de manera rápida y sencilla.
- Disminución del tamaño de la radio para facilitar su uso en misiones de 24 horas.
- Aumento de su ancho de banda para poder realizar el envío de voz y datos de manera simultánea.

4.2.2 MEJORAS SUGERIDAS PARA EL RADIOTELÉFONO PR4G V3

- Ampliación del ancho de banda que permita el envío de voz y datos necesario para la implementación del sistema BMS, ya que con este sistema no se logra que la radio actualice posición mientras se transmite voz.
- Ampliar la capacidad del software supermux para permitir el envío simultaneo de voz y datos de una manera eficiente, ya que con las características actuales se generan cuellos de botella haciendo que la posición GPS no pueda ser actualizada durante grandes lapsos de tiempo mientras se está transmitiendo voz.
- Suprimir los tapones parte trasera de la radio que hacen que esta pierda su potencial al conectarla a un vehículo en caso de no ser retirados. Implementar un sistema similar al de carga de dispositivos de GPS deportivos con buen grado de resistencia IP.
- Disminución de sus dimensiones para adaptarla al uso en FIWAF.
- Implementar la radio Elbit ya que dispone de características similares pero ampliadas en cuanto a alcances, baterías y mayor número de funciones simples.
- Aumento de la capacidad real de la batería debido a la falta de autonomía de la pila reutilizable, debido a que se hace prácticamente imposible realizar misiones de mas de 12 horas con una batería recargable, tiempo que disminuye de manera drástica con clima frío. De otra manera la pila de un solo uso dispone de mejor autonomía pero genera una mayor huella logística.



4.2.3 MEJORAS SUGERIDAS PARA EL RADIOTELÉFONO PNR500

- Rediseño del auricular y su sistema de fijación, debido a la falta de practicidad que presenta el sistema actual cuando ha de ser implementado bajo el casco de protección.
- Implementación de una antena de fleje (antena de acero robusto y flexible con una sección curva que ayuda a mantener la antena erguida (PROCOM, 2022)) de dimensiones reducidas para aumentar considerablemente el alcance.
- Implementación de una pantalla de dimensiones reducidas para poder realizar su configuración de manera más rápida.
- Implementar la posibilidad de envío de fotos y localización debido a la descentralización de las pequeñas unidades de infantería en ambiente FIWAF, aumentando la capacidad de realizar reconocimientos de combate.
- Posibilidad de escoger la frecuencia en la que se trabaja desde el propio dispositivo al igual que en un walkie talkie comercial.
- Adaptación de la base de carga al estándar actual de dispositivos móviles tipo C para aumentar su velocidad de carga y obtener una mayor disponibilidad de alternativa para su carga, pudiendo realizar su carga desde el terminal USB de un vehículo ligero.
- Sustitución de la radio por un walkie talkie del mercado que posea la capacidad de cifrar sus mallas.



4.3 NECESIDADES DETECTADAS EN LOS MEDIOS DE TRANSMISIONES

Los medios de transmisiones al igual que todo sistema militar son utilizados por un espectro muy amplio de personal con una formación y función militar diferente. El Ejército encuentra en esta característica un problema, debido a la necesidad de dotar a cada unidad de los medios para que cumplan de una manera eficiente y eficaz sus cometidos, por otro lado existe la imposibilidad de dotar a cada unidad de un medio específico ya que los programas de adquisición de material elevarían su coste de manera exponencial. Debido a la existencia de este tipo de contratos de adquisición centrados en la compra al por mayor de sistemas y la imposibilidad de adaptar los medios a cada una unidad de una manera eficiente, surgen dos vías de actuación: dotar a las unidades de un crédito monetario previo a las misiones internacionales para comprar el equipo que consideran necesario y la posibilidad de permitir al personal comprar su propio equipo para mejorar la calidad de su instrucción. Estas alternativas son meros parches al problema debido a la imposibilidad de poder obligar a un militar a trabajar con un sistema que no se le dote por vía oficial. La única solución realista pasa por satisfacer las necesidades de transmisiones mejorando los medios de dotación o en caso de imposibilidad, cambiándolos por otros medios de manera oficial mediante un nuevo programa de adquisiciones por un medio que cumpla las necesidades operativas en el entorno FIWAF. Para encontrar cuales son las características que debe cumplir un medio de transmisiones en ambiente FIWAF, se ha realizado una entrevista al Teniente Miguel Cuevas. El teniente Cuevas es actualmente el mando de sección referente a nivel FUTER en combate en ambiente FIWAF debido a que se encuentra encuadrado en la 3ª Compañía del RI 29 Isabel la Católica de la BRILAT, siendo esta compañía la referente en este tipo de combate a nivel nacional durante el presente año. El teniente ha sido el elegido para ser entrevistado debido a ser el teniente más antiguo de una sección de fusiles FIWAF.

Como conclusión de la entrevista se ha obtenido la necesidad de disminuir el tamaño y peso de los medios para compatibilizarlos con el combatiente de FIWAF, además de hacerlos más intuitivos y accesibles para el usuario. En el pie de página se encuentra un comentario de dicha entrevista, además la entrevista se encuentra en el ANEXO I¹

¹ El teniente considera importante llevar a cabo una evolución de los sistemas de mando y control basándose en la evolución actual de los conflictos bélicos. En caso de que no se produzca una evolución de los sistemas de mando y control, considera importante la mejora de los medios de transmisiones de dotación para poder realizar un mando y control efectivo de pequeñas unidades, que en el caso del ambiente FIWAF, trabajan de manera descentralizada y en la mayoría de los casos sin contacto visual entre las distintas unidades debido a la vegetación y a las irregularidades del terreno. Además el Teniente considera necesaria la compra de material de transmisiones fiable para suplir la compra de material civil por parte de los cuadros de mando, ya que este material civil supone una falta de seguridad al no disponer de cifrados de seguridad. El Teniente también trata el tema de los planes de contingencia durante su entrevista ya que son el medio del que dispone para realizar el mando y control de su sección cuando los medios de transmisiones fallan.



4.3.1 NECESIDADES DETECTADAS DURANTE EL USO DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIONES DE DOTACIÓN EN AMBIENTE FIWAF

Sistemas de microauricular que concuerden con las necesidades de operatividad intrínsecas a un militar, valorándose la implementación de medios de transmisión escritos similares a dispositivos móviles.

Adquisición de un medio de transmisión cuyo precio sea contenido para poder dotar a las unidades de una cantidad que al menos cumpla con los cupos mínimos de necesidad de medios fiables para realizar la instrucción.

Adquisición de un medio de tamaño reducido para poder adaptar su uso a infantería ligera teniendo en cuenta que el personal que porta estos medios de transmisión ha de ser operativo en condiciones idénticas a sus compañeros.

Mejora de los rangos de emisión de las radios para evitar la búsqueda de alternativas civiles por parte de los militares para suplir la falta de enlace.

Necesidad de implementar un sistema con ancho de banda suficiente para permitir la emisión de voz y datos al mismo tiempo, permitiendo de esta manera compartir la ubicación GPS en tiempo real de manera efectiva.

4.3.2 NECESIDADES QUE DEBERÍAN CUMPLIR LOS MEDIOS DE TRANSMISIONES DE DOTACIÓN PARA NO CONSIDERAR SU CAMBIO POR OTROS MEDIOS DE TRANSMISIONES

Tomando como referencia las necesidades que deberían ser satisfechas por los medios de transmisiones de dotación, extraídas de las encuestas realizadas a cuadros de mando de todos los empleos mostradas en el ANEXO I, se ha procedido a considerar cuales de estas necesidades están cubiertas con los medios existentes. El código de color utilizado ha sido: color verde en caso de que la necesidad sea cubierta de manera satisfactoria, color naranja en caso de que la necesidad sea cubierta de manera parcial y color rojo en caso de considerar que la necesidad no llega a estar cubierta de ninguna manera.



*Tabla 4 Necesidades del radioteléfono Spearnet.
Fuente: elaboración propia*

RADIO SPEARNET	
NECESIDADES	CUBIERTA
Existencia de doble malla	
Gran alcance	
Fiabilidad	
Facilidad de uso	
Robustez	
Tamaño reducido	
Cifrado	
Económicamente viable	
Transmisión de voz y datos	
Posibilidad de hacer llamada selectiva	

El radioteléfono Spearnet es el medio de dotación que más necesidades cubre a pesar de no poseer un tamaño reducido, este factor se considera poco relevante en el ambiente FIWAF debido a que en la actualidad este se dispone solo para nivel compañía. Al no poseer suficiente número de radioteléfonos en dotación de este tipo, los jefes de sección no disponen de este medio para realizar el mando y control durante su instrucción o despliegues en el extranjero y por tanto su enlace se realiza mediante el radioteléfono PR4G V3, dejando el ámbito de uso de esta radio para nivel compañía o superior y por tanto no siendo necesario su uso específico en FIWAF ya que la entidad actual de personal especializado en este tipo de ambiente es una sección. Este hecho hace que la radio se ubique principalmente en un vehículo ya que el jefe de compañía, al menos en el RI nº29, dispone de un vehículo ligero 4x4 marca: VAMTAC, modelo: st5, haciendo que el tamaño del radioteléfono sea menos relevante. La facilidad de uso es el factor principal para mejorar en esta radio debido a que el personal de infantería no posee los conocimientos técnicos necesarios para realizar una puesta en estación fiable del dispositivo.



*Tabla 5 Necesidades del radioteléfono PR4G V3.
Fuente: elaboración propia*

RADIO PR4G V3	
NECESIDADES	CUBIERTA
Existencia de doble malla	
Alcance para despliegues de Compañía	
Fiabilidad	
Facilidad de uso	
Robustez	
Tamaño reducido	
Cifrado	
Económicamente viable	
Transmisión de voz y datos	
Posibilidad de hacer llamada selectiva	
Adaptabilidad el equipo de combate ligero	
Ocultación para evitar delatar la posición del jefe	

Esta radio tiene un tamaño excesivo, siendo necesario para su transporte la creación de la figura del hombre radio, soldado que acompaña al jefe de sección portando la radio, siendo poco apto para el combate debido al peso extra que carga en su mochila. La solución óptima pasaría por encontrar un dispositivo con un tamaño reducido que consiga que el jefe pueda portar su propia radio y de esta manera reducir el tiempo muerto de comunicación existente desde que se recibe el mensaje hasta que el jefe responde. De otra manera implementando un medio de tamaño reducido se podría disponer de un soldado operativo más en la sección, ya que se eliminaría la figura del hombre radio, factor a tener en cuenta debido a la falta de personal existente en las unidades, ampliamente contrastado en las PEXT. Su alcance resulta inadecuado para los despliegues de compañía, ya que según afirman los cuadros de mando no es posible realizar enlaces en ambiente boscoso cuando el frente del despliegue es de un 1 Km, si bien no aportan datos de cuál es la distancia a la que sí que este enlace sería efectivo, la experiencia personal en el terreno despejado del campo de maniobras de San Gregorio (Zaragoza) corrobora esta afirmación ya que en enlace en este campo de maniobras se logra con despliegues de hasta 800m de frente, factor que claramente ha de ser menor en ambiente FIWAF. No se considera que la radio posea capacidades para poder enmascarar la posición del jefe debido a que posee dos tipos de antena: una antena de fleje de un metro de largo y una antena de varilla de poco más de metro y medio de largo. Estas antenas han de apuntar hacia el cielo debido a que de esta manera transmiten los mensajes a mayor distancia.



*Tabla 6 Necesidades del radioteléfono PNR500.
Fuente: elaboración propia*

Radio PNR500	
NECESIDADES	CUBIERTA
Existencia de doble malla	
Alcance	
Fiabilidad	
Facilidad de uso	
Robustez	
Tamaño reducido	
Cifrado	
Económicamente viable	
Uso cómodo con el equipo de combate de dotación	
Transmisión de localización GPS	
Intercomunicación	

El uso de esta radio resulta incómodo con el equipo de combate de dotación debido a que el auricular de gran tamaño no es compatible de una forma cómoda con el casco COBAT que posee actualmente el ET en dotación, ya que el auricular choca con la parte lateral del casco haciendo que este tenga que ser colocado de forma ligeramente ladeada, disminuyendo en consecuencia su efectividad en caso de resistencia a golpes producidos en la parte superior del mismo, que supondrían un movimiento del mismo. Su fiabilidad resulta un enigma, debido a que el personal especializado en transmisiones la considera como uno de los medios más fiables, casi la totalidad de los combatientes de infantería la consideran como poco fiable debido a la facilidad para perder enlace y la corta duración de sus baterías. Su alcance al poseer una onda corta resulta insuficiente para una unidad de FIWAF ya que estas ondas son fácilmente refractadas o reflejadas en la vegetación frondosa y por tanto no logran establecer comunicación en terrenos de vegetación media, con esta apreciación se retoma la idea inicial de la inexistencia de medios adaptados a FIWAF ya que las características de esta radio la hacen apta para terrenos despejados y no apta para terrenos boscosos.



4.4 EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA LLEVADA A CABO POR UN GRUPO DE EXPERTOS EN AMBIENTE FIWAF

La encuesta realizada a los cuadros de mando de infantería de la BRILAT reflejada en el ANEXO I fue realizada mediante la herramienta online Google Forms y tiene como fin determinar la influencia de los factores que producen una pérdida de enlace y por tanto dificultan de mando y control en unidades de entidad: pelotón, sección y compañía en ambiente FIWAF. Con esta encuesta se ha buscado concretar las necesidades de mejora de los medios actuales para poder realizar un mando y control efectivo. La encuesta ha sido contestada por: 4 jefes de compañía (Capitanes), 10 jefes de sección (Tenientes) y 16 jefes de pelotón (Sargentos). A pesar de no ser una gran cantidad de respuestas, poseen un alto valor ya que se ha conseguido conocer la opinión de la práctica totalidad de los mandos con experiencia en ambiente FIWAF a nivel nacional, además los cuadros de mando que se encuentran en el RI N°29 forman parte de la unidad puntera del ET en combate en ambiente FIWAF.

El diseño de la encuesta se ha basado en un primer bloque de clasificación, en este bloque las preguntas están relacionadas con el encuadramiento del cuadro de mando que responde la encuesta, comenzando por distinguir en que regimiento se encuentra destinado y, dentro de los dos regimientos que conforman las Brigada, en que compañía y sección se encuentra encuadrado. Además de preguntar por su empleo para conocer su formación, ya que puede haber sargentos ejerciendo el puesto de jefes de sección y su formación militar es distinta a la hora de considerar sus respuestas para el presente estudio. Este factor se tuvo en cuenta debido a que en las PEXT se pudo observar a Sargentos realizando el mando de sección ya que las plantillas de personal del ET se encuentran incompletas. Las responsabilidades y nivel de instrucción que se le pueden requerir a un sargento son inferiores a las de un Teniente debido a su empleo. Además su formación académica dura 3 años en lugar de los 5 años de la formación militar de un Teniente, por tanto su nivel de conocimiento adquirido de manera académica es inferior. De los 30 encuestados, todos poseen experiencia en combate FIWAF, además 12 han realizado ejercicios conjuntos con otros ejércitos, lo que amplía su campo de visión respecto al tema tratado. Entre los encuestados se encuentran 9 cuadros de mando con experiencia en misiones internacionales en países como son: Líbano, Afganistán, Malí y Bosnia.

El segundo bloque de la encuesta contiene preguntas enfocadas a las pérdidas de enlace de los medios de transmisiones de dotación. A pesar de existir 3 modelos distintos de radios en dotación para unidades FIWAF. Se ha considerado adecuado unificar las preguntas en relación a las transmisiones para poder realizar un tratamiento más sencillo de la información. En este bloque se consideran preguntas enfocadas a los fallos habituales de las transmisiones, pero por otro lado se mira hacia el futuro, preguntando a los cuadros de mando de ambiente FIWAF sobre las mejoras que harían en transmisiones si dispusiesen de una partida económica. Se valora la frecuencia con la que se pierde el enlace debido a que de ser muy frecuentemente la urgencia por buscar una solución que consiga que la instrucción se realice de manera correcta es máxima. La respuesta respecto a la pérdida de enlace es clara, el 85% pierden el enlace muchas veces mientras que solo un 15% considera que pierde el enlace bastantes veces. Se propone la opción de escoger qué medio compraría en caso de disponer de una partida económica y las respuestas aunque abarcan varios puntos importantes, se centran en un sistema de mando y control sencillo intuitivo y con balizamiento GPS. Entre las respuestas encontramos:

Dispositivos ruggedizados tipo tablet o móvil con los que conocer la posición de los subordinados y poder emitir mensajería para evitar el uso de la voz, esta opción se valora en un 40% de los casos, lo que la hace una opción muy fiable



Radios Harris en cualquier de los modelos de la marca, esta opción la ha tenido en cuenta el 25% de los encuestados

Los encuestados hacen referencia a la marca Harris Corporation. Las radios de esta compañía poseen capacidad multibanda y llegaron al Ejército español en 2013 a través de un proceso de compra con FMS (proceso para venta de armas a países extranjeros del ejército estadounidense) con el Departamento de Defensa de Estados Unidos (IDS, 2022). Estas radios no se poseen en dotación en ambiente FIWAF debido a que el proceso de adquisición se centró en sistemas de carácter vehicular, haciéndolo inadecuado para FIWAF. Por otro lado el precio cada terminal radio ronda los 120.000€, hecho que limita la cantidad de radios de las que dispone cada unidad.

El 20% de los encuestados coinciden en la posibilidad de mejorar los sistemas de mando y control actuales para poder implementarlos en todos los niveles.

El 15% opina que desean probar la radio Elbit, la cual se encuentra en periodo de prueba en el RI N°29 de Pontevedra, para conocer su potencial, que en caso de ser consecuente a las características presentadas por la marca, terminaría con los problemas de comunicación.

El tercer bloque de la encuesta se ha realizado mediante dos preguntas de valoración, en las cuales los encuestados otorgaron un valor del 1 al 5 a las distintas cuestiones presentadas. El valor 1 corresponde a la mayor disconformidad con la pregunta y el valor 5 corresponde a una gran conformidad con la pregunta. La primera pregunta se centra en conocer la valoración de los encuestados a propuestas de mejora para los medios de transmisiones actuales. Estas propuestas han sido de elaboración propia en base al estudio o basadas en el sentir de los militares con los que se han mantenido conversaciones durante las PEXT. La segunda pregunta se centra en acotar los fallos que presentan las transmisiones para poder dar una solución eficiente al problema.

En la primera pregunta se han tratado las siguientes cuestiones: usar un dron como relé, uso de dispositivos móviles ruggedizados, uso de aplicación tipo ATAK, reducción de despliegues e implementación de medios GPS. El relé consiste en la utilización de una radio intermedia para comunicar con una radio con la que no hay enlace debido a las características del terreno o debido a que la potencia de emisión de la radio no permite que la onda de emisión llegue al a radio receptora. La opción de aplicación tipo ATAK hace referencia a una aplicación de mando y control diseñada principalmente para dispositivos móviles y que basa su funcionamiento en posicionamiento en tiempo real sobre cartografía digital compartida mediante una red. Los resultados de esta pregunta han sido separados en 3 tablas debido a la diferencia de empleo existente entre los encuestados y por tanto la diferencia de amplitud que ocupan los despliegues de las entidades que se encuentran bajo su mando. Los sargentos deben realizar el mando y control de despliegues de entidad pelotón, estos despliegues normalmente han de cubrir como máximo el campo visual del Sargento. Los despliegues que manda un teniente son más amplios, cubriendo una distancia de unos 300m-400m de frente. Los despliegues que manda un Capitán han de incluir 3 secciones y por tanto abarcan una distancia aproximada de 1 Km de frente. Respecto a la estructura de las tablas que se encuentran en este apartado, ha de considerarse el número de la primera fila, el cual tiene el fondo blanco, como correspondiente a un encuestado del empleo que marca el título de la tabla y por tanto sus respuestas se corresponden con los valores numéricos entre el 1 y el 5 de dicha columna. Los encuestados se muestran con un valor numérico en lugar de su nombre para preservar su anonimato.



*Tabla 7 Respuestas de los jefes de pelotón a la pregunta sobre mejoras de transmisiones.
Fuente: elaboración propia*

JEFES DE PELOTÓN																	
PREGUNTA	ENCUESTADO																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	RESULTADO
Usar un dron como relé	3	4	4	4	5	4	3	4	5	3	4	4	3	3	4	3	3,7
Uso de dispositivos móviles ruggedizados	4	5	4	3	4	3	4	4	3	4	5	4	3	4	4	4	3,8
Uso de de aplicación tipo ATAK	4	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	3	5	4	5	5	4,5
Reducción de despliegues	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	3	1	1	2	1,3
Implementación de medios GPS	3	4	3	2	4	3	4	4	3	3	2	3	4	3	3	3	3,1

*Tabla 8 Respuestas de los jefes de sección a la pregunta sobre mejoras de transmisiones.
Fuente: elaboración propia*

JEFES DE SECCIÓN											
Pregunta	ENCUESTADOS										RESULTADO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Usar un dron como relé	4	3	4	4	3	4	3	2	5	4	3,5
Uso de dispositivos móviles ruggedizados	4	4	4	3	4	5	5	5	5	4	4,2
Uso de aplicación tipo ATAK	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4,7
Reducción de despliegues	2	1	2	2	1	1	1	2	1	2	1,4
Implementación de medios GPS	4	4	3	4	5	3	4	4	3	3	3,6

*Tabla 9 Respuestas de los jefes de compañía a la pregunta sobre mejoras de transmisiones.
Fuente: elaboración propia*

JEFES DE COMPAÑÍA						
PREGUNTA	ENCUESTADO				RESULTADO	MEDIA TOTAL
	1	2	3	4		
Usar un dron como relé	4	3	3	2	2,9	3,4
Uso de dispositivos móviles ruggedizados	3	4	4	5	3,9	4,0
Uso de aplicación tipo ATAK	4	5	5	4	4,5	4,5
Reducción de despliegues	1	2	2	2	1,7	1,5
Implementación de medios GPS	3	4	4	5	3,9	3,6



Tras un análisis de la información, se pueden extraer los siguientes puntos:

En los tres grupos de empleos (jefe de pelotón, jefe de sección y jefe de compañía) se ha considerado como el factor más influyente y por tanto la mejor solución el uso del ATAK, este factor sumado a la importancia que le otorgan los cuadros de mando al uso de dispositivos móviles ruggedizados, se considera clave para realizar una búsqueda de alternativas a los dispositivos de mando y control actuales afín a las preferencias de los cuadros de mando. Con la valoración que otorgan los cuadros de mando a estos dos factores, se considera que los cuadros de mando ven necesaria la sustitución de los medios existentes por unos medios similares a los utilizados por el personal civil en el día a día, considerando necesario el empleo de sistemas de mando y control basados en dispositivos móviles desde los que realizar el mando y control con un mayor nivel de información y de una forma más intuitiva.

Los jefes de compañía y sección coinciden como tercera prioridad en el uso de dispositivos GPS en cambio los jefes de pelotón consideran más importante la implementación de drones como relé, esta diferencia de pensamiento se puede deber a la necesidad de los jefes de pelotón de reconocer el terreno por ejemplo previo a un asalto y por tanto consideran útil la implementación del dron como arma de doble filo para implementar su capacidad de mando y control, por su parte los oficiales consideran prioritario al uso de drones el uso de dispositivos GPS para poder realizar un posicionamiento de su tropa y por tanto considerar el número de bajas o el control del despliegue entre otras posibilidades

La reducción de despliegues se considera como innecesaria por la práctica totalidad de los encuestados debido a que realmente este hecho supondría una falta de seguridad en la instrucción además de ser inevitable en combate en ambiente FIWAF debido a las características del medio que hacen que el avance sea lento y principalmente a través de sitios por los cuales la vegetación permita el paso.

Tras valorar las posibilidades de mejora que se podrían incluir en la doctrina española, se ha pasado a buscar los motivos que llevan a las unidades a no realizar la instrucción de la mejor manera posible

*Tabla 10 Respuestas de los jefes de pelotón a la pregunta sobre fallos de transmisiones.
Fuente: elaboración propia*

JEFES DE PELOTÓN																	
PREGUNTA	ENCUESTADO																RESULTADO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Falta de instrucción individual	2	3	3	2	1	2	3	2	2	3	1	3	2	2	3	2	2,1
Falta de instrucción en transmisiones	3	4	3	5	4	3	5	4	3	4	3	4	3	3	3	4	3,6
Dificultad para adaptarse al medio	2	3	2	3	3	3	3	2	2	2	1	2	1	2	2	3	2,1
Fallo de transmisiones en momentos clave	3	2	3	3	4	3	2	1	5	3	2	2	3	2	2	1	2,4
Mal aprovechamiento de medios	4	5	4	3	5	5	4	4	3	4	4	5	3	4	4	5	4,1
Condiciones climatológicas	2	3	1	1	2	1	1	2	3	1	2	1	1	2	2	1	1,5



Tabla 11 Respuestas de los jefes de sección a la pregunta sobre fallos de transmisiones.
Fuente: elaboración propia

JEFES DE SECCIÓN											
PREGUNTA	ENCUESTADO										RESULTADO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Falta de instrucción individual	2	3	3	2	3	4	3	1	2	1	2,2
Falta de instrucción en transmisiones	3	4	4	3	4	3	2	3	4	2	3,1
Dificultad para adaptarse al medio	2	1	2	3	3	3	2	1	1	3	1,9
Fallo de transmisiones en momentos clave	4	3	4	3	2	4	3	4	3	3	3,2
Mal aprovechamiento de medios	5	4	4	5	3	4	5	5	4	3	4,1
Condiciones climatológicas	2	2	1	2	1	3	2	1	2	2	1,7

Tabla 12 Respuestas de los jefes de compañía a la pregunta sobre fallos de transmisiones.
Fuente: elaboración propia

JEFES DE COMPAÑÍA						
PREGUNTA	ENCUESTADO				RESULTADO	MEDIA
	1	2	3	4		
Falta de instrucción individual	2	2	3	2	2,2	2,2
Falta de instrucción en transmisiones	3	4	3	3	3,2	3,3
Dificultad para adaptarse al medio	2	3	2	1	1,9	2,0
Fallo de transmisiones en momentos clave	2	4	4	3	3,1	2,9
Mal aprovechamiento de medios	4	5	4	3	3,9	4,0
Condiciones climatológicas	2	1	1	2	1,4	1,5

Los cuadros de mando coinciden en que la principal causa para que el mando y control no se realice de la manera esperada reside en el mal aprovechamiento de medios. Este factor podría verse drásticamente reducido en caso de disponer de cursos militares de utilización y aprovechamiento de medios, en lugar de la enseñanza que se imparte actualmente en la que un militar más experimentado explica el medio. Con estos cursos se podría lograr una base común de uso y aprovechamiento de las capacidades que ofrecen los medios.

Los fallos de transmisiones en momentos clave de la maniobra son el segundo factor para tener en cuenta por los oficiales, este resultado era esperable debido a que el pelotón al igual que la escuadra se pueden mandar a la voz mientras que las entidades superiores deben ser mandadas mediante medio de transmisiones

La dificultad para adaptarse al medio no es considerada relevante por ningún nivel de cuadros de mando debido a la mentalidad militar de aprovechamiento del medio para realizar los asaltos, golpes de mano, checkpoints, entre otros movimientos estratégicos, de manera sorpresiva y adaptada a la situación.

La causa que menor valor obtiene son las condiciones climatológicas, esto se debe a la imposibilidad de elegir un día perfecto para coordinar una maniobra, estas son planeadas de antemano y han de llevarse a cabo independientemente del tiempo que haga en ese momento o lugar.

Como conclusión a la encuesta, los medios de transmisiones necesitan una actualización adaptada al conocimiento y facilidad de aprendizaje que tienen los militares respecto a los medios de comunicación civiles como pueden ser móviles o tablets ruggedizados. Además cobra vital importancia la estandarización de la enseñanza debido a la cantidad de dinero desembolsada para la compra de medios y el pobre aprovechamiento que se logra de los mismos



4.5 SOLUCIÓN IMPLEMENTADA POR ESTA BRIGADA DURANTE SUS DESPLIEGUES EN ZONA DE OPERACIONES.

Las unidades del ET han intentado encontrar solución a los problemas de enlace de los medios de transmisiones de dotación. Cobran gran importancia las soluciones que se utilizan para realizar los despliegues nivel OTAN en el extranjero ya que debido a la importancia geopolítica de estos despliegues no se contempla que una misión no pueda llevarse a cabo debido a un fallo de transmisiones. La OTAN destina unas partidas económicas previas a los despliegues para con ellas realizar compras de material el cual no se contempla como material accesible económicamente durante la instrucción en terreno nacional y el cual sirve para mejorar la calidad de las misiones, tanto en sus tareas de mando y control como en operatividad. Durante el despliegue EUTM MALÍ de la BRILAT en su rotación número 13 llevado a cabo en 2018, esta unidad utilizó los walkie talkies de la marca Midland en concreto el modelo XT70. Por otra parte, el MOE utiliza la aplicación ATAK en versión militar para su instrucción. La información ha sido proporcionada mediante conversaciones con personal que participó en el despliegue o que trabaja en la unidad respectivamente

4.5.1 RADIO MIDLAND XT70

La radio proviene de la empresa Midland Radio Corporation, la cual tiene su sede en Kansas City, Missouri; EE. UU. La empresa está centrada en el desarrollo, fabricación e importación de medios radio para empresas y consumidores particulares.

Entre los tipos de radios existentes, la radio Midland XT70 (Ver: Figura 6) se encuentra encuadrada en radios bidireccionales dentro de la gama XT.

Este walkie talkie ha sido empleado por la BRILAT para cumplir con las misiones:

- Proporcionar unas conversaciones vía radio de manera fiable y con gran calidad en los despliegues realizados en Malí, principalmente durante recorridos de convoy.
- Suplir la ineficacia de los medios de transmisiones de dotación.



*Figura 6 Ejemplo walkie talkie Midland XT70.
Fuente: (Midland, 2020)*



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Transceptor Dual Band LPD/PMR
- Canales: 24 PMR446 (8+16 preprogramados) + 69 LPD
- VOX para comunicaciones manos libres con 9 niveles seleccionables
- Esta radio funciona mediante el estándar PMR 446 el cual es un sistema de radio de corto que opera en las frecuencias 446,0-446,2 con la consideración de uso común.
- Esta banda de frecuencias se destina para el uso analógico con una canalización de 12,5 kHz, siendo 446,00625 MHz la frecuencia portadora del primer canal.
- Esta banda se destina en digital para ser utilizada con una canalización de 6,25Khz o de 12,5 KHz siendo 446,103125 y 446,10625 MHz las frecuencias portadoras del primer canal para las respectivas canalizaciones (esta información puede consultarse en la orden ETU/1033/2017, de 25 de octubre, por la que se aprueba el cuadro nacional e atribución de frecuencias).
- Estos equipos solo pueden ser utilizados en modo “simplex” de transmisión y recepción en el mismo canal. Estos equipos son portátiles y disponen de una antena incorporada. Estos medios no pueden ser utilizados como repetidores ni como estaciones base. Su potencia máxima autorizada es de 500mW.

Esta radio puede ser utilizada en dos modos:

- Tráfico abierto: en este modo el walkie-talkie podrá escuchar cualquier comunicación realizada a través del canal seleccionado.
- Modo grupo CTCSS/DCS: estos tonos tienen claves de acceso las cuales permiten recibir solo transmisiones del mismo canal y código. el altavoz permanecerá en silencio hasta que se reciba una señal del correspondiente canal y código. Esta función sirve para realizar un cifrado de baja seguridad a las emisiones.

La radio dispone de una selección de potencia en su banda PMR en el cual se puede diferenciar entre alta potencia y baja potencia de transmisión. Las diferentes potencias se utilizan para realizar emisiones a mayor o menor distancia. La potencia baja se usa debido a dos motivos: ahorro de batería de cara a misiones de larga duración y emisión con menor alcance para evitar ser detectados por medios de Inteligencia enemigos.

Además, la radio dispone una función que permite conversaciones con manos libres (función VOX), función útil en caso de tener un contacto con el enemigo, en esta función se puede distinguir entre 9 modos de sensibilidad los cuales van desde: 1 (alta sensibilidad, utilizada con un tono de voz normal y poco ruido ambiente) al 9 (baja sensibilidad, utilizada para comunicaciones en un tono de voz alto y con ruido de fondo)

La función de realizar llamada (función CALL) puede ser de gran utilidad para usar un lenguaje previamente convenido o una alerta debido a que dispone de 5 tonos de llamada



diferentes, los cuales se podrían asignar a distintas alertas sin necesidad de realizar una transmisión que pudiese ser interceptada. (Midland, 2020)

VENTAJAS DE LA RADIO MIDLAND

- Precio contenido, ronda los 80€ por unidad en el mercado.
- Posibilidad de adaptar la potencia de emisión para ser imperceptible a los sistemas de inteligencia enemigos los cuales rastrean señales radio y las intervienen para, de esta manera, conocer los movimientos estratégicos de las unidades.
- Autonomía de 18 horas con una sola batería, característica que la hace ideal para realizar jornadas de patrullaje.
- Posibilidad de realizar llamada, útil para realizar un contacto efectivo con los escalones inmediatos de mando

INCONVENIENTES DE LA RADIO MIDLAND

- Cifrado de baja calidad, razón que podría hacer que el enemigo interviniese las comunicaciones propias de manera sencilla con una radio de características similares.
- No dispone de sistema de localización GPS para cada dispositivo, solamente de un sistema de alerta de falta de comunicación.
- Imposibilidad de utilizar repetidores para aumentar la señal, reduciendo notablemente su campo de actuación.



4.6 IMPLEMENTACIÓN DE ATAK PARA LA MEJORA DEL MANDO Y CONTROL DE UNIDADES FIWAF

Las aplicaciones TAK (team awareness kit) (Ver: Figura 7) están destinadas a los dispositivos Android. Esta aplicación fue desarrollada por el laboratorio de investigación de la fuerza aérea de Estados Unidos (AFRL) en 2010 para trabajar en colaboración con CIA (agencia central de inteligencia estadounidense), FBI (Buró federal de investigaciones estadounidense) y bomberos. Actualmente es mantenido por un centro conjunto diseñado para este fin desde que, en 2020, se liberalizase su uso al sector civil. Con esta acción han conseguido millones de beta tester (probadores de versiones tempranas del producto) que pueden dar una retroalimentación gratuita y necesaria para realizar el desarrollo de la aplicación.



*Figura 7 Imagen de carga de la aplicación.
Fuente: (CIV-TAK, 2017)*

La aplicación fue diseñada para tener una conciencia geoespacial tanto de las personas que disponen de la misma como de los medios e infraestructuras. Permite una localización precisa, información cartográfica actualizada, navegación vía GPS y compartir datos. Tanto la versión ATAK destinada al uso militar como CIVTAK destinada al uso civil son interoperables con todos los productos de la gama TAK.

Entre las principales características del programa se encuentran:

- Mapeo colaborativo, incluyendo puntos, dibujos, ubicaciones de interés
- Herramientas de elevación, mapas de calor, mapas de contorno calculados, vistas, rutas con DTED (dato de elevación digital de terreno), SRTM (requerimientos de seguridad matriciales), incluido el perfil dinámico
- Chat, intercambio de archivos, intercambio de fotos, intercambio de vídeo, vídeo en tiempo real.
- Seguimiento del destino «Bloodhound», incluso en objetos en movimiento



Esta aplicación a pesar de todas las funcionalidades de las que dispone puede ser adaptable a cualquier tipo de trabajo en el sector de Fuerza y Cuerpos de Seguridad del estado debido a la existencia de pluggings para su adaptación, además se conoce debido a su sencillez de uso y la cantidad de información útil (Ver: Figura 8) de la que puede disponer un mando para realizar el mando y control. (CIV-TAK, 2017)

En el despliegue realizado en EUTM MALÍ se autorizó el uso de esta aplicación mediante un servidor y VPN públicos, en este caso, ZERO TIER ONE el cual es propio del sistema TAK. Esta manera de trabajo también es utilizada por la Guardia Civil y por su grupo de acción rápida (GAR)



*Figura 8 Aplicación en funcionamiento.
Fuente: (CIV-TAK, 2017)*

VENTAJAS DEL USO DE ATAK

- Voz táctica PTT: es un sistema de comunicaciones seguras en modo push-to-talk (PTT) que proporciona comunicaciones de voz y datos en dispositivos individualmente, a través de redes celulares e inalámbricas, así como el posicionamiento de las operaciones. (INDRA, 2021)
- Facilidad de uso y aprendizaje mediante tutoriales cortos en internet los cuales son realizados por parte tanto de militares con experiencia como de civiles.
- Cualquier usuario puede acceder a la información de la maniobra completa, la cual gestionará el jefe o usuario designado para tal cometido.
- Posibilidad de disponer de gran cantidad de mapas actualizados descargables de internet desde cualquier lugar con conexión.
- Posibilidad de conocer la localización precisa de toda su unidad, así como de realizar una designación de objetivos de manera precisa para realizar
- Capacidad para implementar balizas de posicionamiento GPS para el control de tropas
- Disponibilidad de emisión de vídeo en tiempo real mediante el dispositivo móvil.



LIMITACIONES DEL USO DE ATAK

- Crear VPN y servidores privados mediante medios de dotación. El dispositivo VPN Checkpoint contiene una VPN en un rack privado por un precio de 10.000€.
- Falta de seguridad debido a que los datos aportados a la aplicación mediante una red de telefonía móvil pueden ser sustraídos por otro usuario de la aplicación.
- La conexión entre dispositivos puede ser lenta utilizando la misma VPN con el servidor privado gratuito Zero Tier.
- Problemática debido a la utilización de internet, pudiendo tener mala conexión en caso de no disponer de cobertura.
- Gran número de los militares no utilizan este medio debido a la necesidad de comprar con su propio dinero un dispositivo que cumpla con las características de resistencia IP para poder ser utilizado en ejercicio militares.



4.6.1 SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE SEGURIDAD DE ATAK

El principal problema existente a la hora de implementar la aplicación ATAK en el ámbito militar es su seguridad. Al ser una aplicación que utiliza datos móviles para funcionar, todos los datos facilitados a la misma pueden ser sustraídos por cualquier usuario de internet con unos conocimientos medios de informática. Para evitar este fallo de seguridad se implementan los servidores privados virtuales (VPN). Los VPN pueden ser gratuitos como es el caso del Zero Tier, por tanto su nivel de seguridad es limitado. El tipo de VPN utilizado sería de las mismas características al usado en las empresas para evitar por ejemplo el espionaje industrial. Estos son los conocidos como VPN sitio a sitio, con la cual se pueden conectar distintos puntos de trabajo con una sede central, existiendo un cortafuegos o un servidor en el extremo de la red donde se configure la VPN. Existen multitud de protocolos de seguridad posibles para la puesta en funcionamiento de las redes VPN, entre los que se encuentra el protocolo L2TP .(layer 2 tunneling protocol) el cual no ofrece encriptación de manera inicial pero implementado el uso de Ipsec (Internet Protocol Security), se consigue un protocolo de gran flexibilidad y con la gran ventaja de poder autenticar y cifrar cada paquete individual de IP, por tanto el usuario final estaría completamente seguro de que su ubicación es secreta, en caso de que el enemigo tratase de localizarlo mientras realiza ejercicios en territorio extranjero. Además se ha evolucionado la conectividad VPN hasta llegar al máximo nivel actual: MPLS de nivel 3, el cual supone una gran flexibilidad para las distintas redes además de otorgar una facilidad de acceso y una velocidad elevada. La velocidad era el talón de Aquiles de estos servidores debido a que sin ella no se podían crear redes seguras que pudiesen trabajar en tiempo real para su uso con aplicaciones como el ATAK. El precio de crear esta VPN contando con las diversas compras ronda los 10.000€, según un sargento primero de transmisiones. Por tanto el coste sería más que asumible a nivel militar ya que a pesar de no ser precios públicos y desconocerse exactamente la cantidad pagada, una radio Harris 5800 disponible en dotación en diversas unidades del Ejército, ronda los 120.000€.

Además otro problema que se plantea es la falta de seguridad de la aplicación si se puede descargar desde Google Play al igual que el resto de las aplicaciones Android. Esta descarga desde el centro de descargas de Android no es la misma que se realizaría a nivel militar. Entre las versiones desarrolladas por la compañía, a pesar de llamar a todas las aplicaciones ATAK vulgarmente, existen diferentes versiones como son CIV TAK y ATAK, la primera versión es la que se pueden localizar fácilmente en internet, esta versión necesita conexión a una red de telefonía civil para funcionar, mientras que la segunda versión está siendo implementada actualmente por la unidades de Operaciones Especiales para sus maniobras, esta versión a diferencia de la anterior puede trabajar mediante una red de telefonía privada. La versión de carácter militar (ATAK) se descarga únicamente desde servidores privados a los que se accede con unas credenciales, de esta manera se podría limitar el número de descargas por usuario para controlar el uso y difusión de esta. De igual manera existiría una capa más de seguridad debido a que la aplicación no puede ser localizada en internet de manera sencilla ni legal y por tanto su código de seguridad es más complicado de localizar para ser vulnerado por piratas informáticos.

4.7 RADIO ELBIT

La familia E-LynXTM está diseñada para usarse en condiciones de combate extremas y permite una comunicación fiable y simultánea de voz y datos, al tiempo que hace que la operación sea simple, intuitiva y fácil de usar. El transceptor MCTR-7200 (Midland, 2020) admite una cobertura de frecuencia contigua de 30 a 512 MHz y de 1,0 GHz a 1,8 GHz (en configuraciones de vehículos) (Ver: Tabla 13) con múltiples formas de onda avanzadas para permitir una alta capacidad y flexibilidad para soportar varios escenarios operativos y técnicos. La arquitectura del sistema está diseñada para respaldar las necesidades del cliente y el crecimiento futuro en los próximos años mediante actualizaciones de software y firmware. El uso de los estándares SDR permite que los equipos de radio MCTR-7200 se puedan actualizar para cumplir con los nuevos requisitos operativos y agregar soporte para nuevas formas de onda, nuevas capacidades y funciones mediante la carga de nuevo software. La familia de radios E-LynXTM MCTR-7200 incluye varias configuraciones para soluciones tanto vehiculares como portátiles. Cada configuración utiliza una unidad transceptora común con receptor GPS interno y proporciona capacidades operativas similares (Telefónica, 2023)

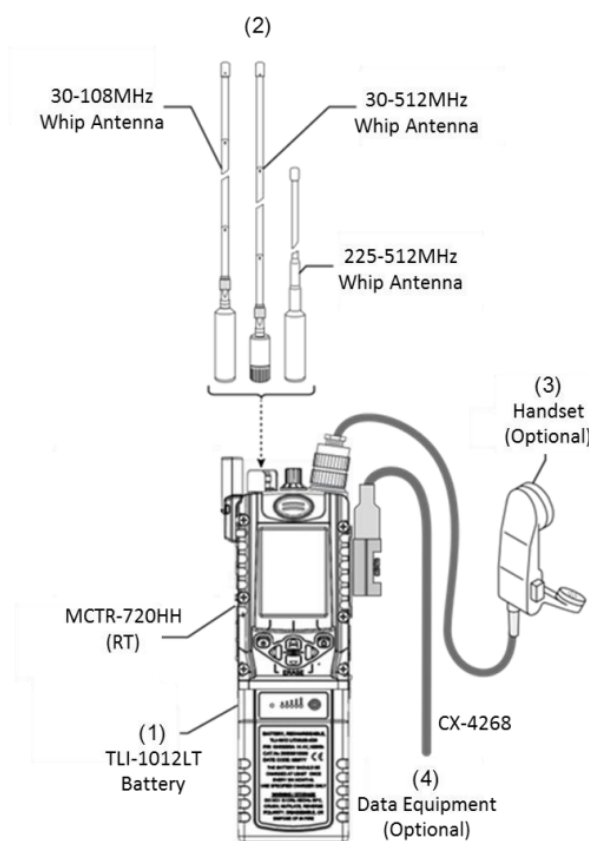


Figura 9 Dibujo de la radio Elbit.
Fuente: (Telefónica, 2023)



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA RADIO ELBIT

- Multibanda con cobertura de frecuencia contigua de 30-512 MHz (VHF-UHF).
- Opcional para configuraciones vehiculares - 1.0-1.8 GHz adicional (banda L).
- Forma de onda y función múltiples, compatible con todas las plataformas, con formas de onda de banda estrecha, banda ancha y alta capacidad.
- Capaz de manejar voz y datos (IP, BFT y BMS), simultáneamente.
- GPS incorporado para adquirir la posición GPS y los informes de posición.
- Codificadores de voz integrados para mejorar la calidad de la voz e implementar la corrección de errores.
- Numerosas interfaces externas.
- Numerosos servicios IP

*Tabla 13 Características técnicas radio Elbit.
Fuente: (Telefónica, 2023)*

	Ancho de Banda	Rango Frecuencias	Nº grupos de voz	Nº nodos max.	Nº saltos max.
NBWF	25KHz/50KHz	30 - 512 MHz	4	60	2 (voz)/4 (datos)
WBWF	1MHz	225 - 512 MHz	4	140	4
WMA	1MHz (4MHz en configuración amplificada)	225 - 512 MHz	7	250	8

La radio se encuentra en una fase de implementación y prueba a pequeño nivel en la BRILAT. Esta radio ha sido probada durante la misión internacional EUTM Mali durante un lapso de 6 meses en los que las temperaturas alcanzaban los 42° durante las horas centrales del día, obteniendo un resultado muy positivo de dicha prueba. Debido a su reciente creación, su software aún en desarrollo por lo que su potencial real aún es desconocido, a pesar de esto según los datos aportados por la empresa se conoce que la radio dispone de un potencial enorme. Entre las faltas de depuración más notables del sistema actual, está la falta de comunicación ente radios cifradas, debido que actualmente hay dos códigos de fabricación de radios que no pueden solo pueden comunicarse entre sí mediante frecuencia fija general, haciendo vulnerables todas las comunicaciones. Por este motivo la radio dispone de varias opciones instaladas en el software del audio pero que a nivel usuario de prueba del ejército español no están disponibles como son: transmisión de video mediante cámara acoplable, llamada telefónica vía satélite



Fuentes cercanas al personal encargado de la adquisición de la radio poseen información sobre la intención de mediante un consorcio entre las empresas Aicox y Telefónica realizar la fabricación de estas radios a España para poder abaratar costes y obtener mayor seguridad debido a la posibilidad de adaptar partes sensibles de la radio al Ejército español. Por otro lado realizando un desarrollo en territorio nacional se podría compatibilizar la radio de manera sencilla con el sistema BMS, que actualmente es el sistema de mando y control implementado en nuestro ejército

VENTAJAS DE LA RADIO ELBIT

- Puede trabajar hasta en 5 saltos entre radios consiguiendo abarcar una superficie de 4km por 2Km
- Posibilidad de realizar emisiones distinta onda mediante la misma antena, lo que supone una mejora de la seguridad de los jefes de despliegue en vehículos, ya que antes su vehículo era distinguido por tener dos antenas.
- Capacidad de cambio de onda. Integra todo tipo de ondas posibles, como pueden ser: CNR y NB.
- Capacidad de 1 Mb de ancho de banda que se puede utilizar para enviar: datos, vídeos posicionamiento y voz
- Posibilidad de ser utilizada por un militar de cualquier empleo, pero es necesaria una adaptación para lograr que los escalones más bajos de la cadena orgánica puedan estar comunicados, pero no saturen el espectro.
- Sistema económico debido a que su precio se encuentra en la franja entre 6000€ y 9000€ en contrapunto a su homónimo la radio de la familia Harris que tiene un precio de 120000€.

DESVENTAJAS DE LA RADIO ELBIT

- Calentamiento al usar la radio, esto supone la existencia de una firma térmica al ser portada en chaleco la cual sería fácilmente observable por los medios de visión térmica enemigos.
- Ausencia de retroalimentación debido a no tratarse de una empresa con una cartera de clientes civiles y por ende disponer de un número limitado de usuarios que posean la radio.
- El microauricular de la marca silyx es de gran calidad, pero no es militar por tanto sus características no cumplen con los estándares necesarios de: tamaño, resistencia y uso.
- El microauricular funciona mediante pilas AA, suponiendo una huella logística innecesario.



POSIBLES MEJORAS DE LA RADIO EBIT

- Actualización del software actual para dotarlo de mayor seguridad interna debido a la inexistencia de bloqueo de canales, es decir, estando en el mismo fichero de misión se cuál es la malla que utiliza el jefe y puedo entrar en dicha malla sin ninguna seguridad extra. Esto supone un fallo de seguridad para las misiones debido a que su funcionamiento se basa en la buena fe del militar de menor graduación.
- Implementar cursillo de aprendizaje de uso del sistema debido a que desde la propia radio se pueden ver los nodos de la malla de transmisiones, pero estos han de ser programados mediante ordenador con un fichero de misión.
- Mejorar la intercomunicación ya que se puede trabajar con radios existentes en dotación en otros países, pero con FFG, esta vicisitud solo es salvable en el punto actual de desarrollo con la radio Harris.
- Implementar pulsadores distintos en el microauricular para discernir por qué malla se está comunicando en ese momento.
- Producción de un pulsador para iniciar la emisión de los mensajes más intuitivo similar a un reloj deportivo, el cual posee una pantalla y se puede visualizar desde la muñeca, realizando desde ahí todas las modificaciones necesarias y, así, evitar tener que descolgar la radio del chaleco cada vez que haya que utilizarla para cualquier razón que no sea simplemente transmitir voz.
- La antena para convertir la radio de uso vehicular a uso portátil dispone de unos tornillos Allen muy pequeños los cuales podrían perderse, implementaría unos tornillos palometa como en los dispositivos Garmin.
- Cambiar el material de la base de antena la cual está fabricada en plástico que llega a rajarse debido a las altas temperaturas que alcanza esta radio durante su funcionamiento.



4.8 COMPARACIÓN DE LAS POSIBLES ALTERNATIVAS ENCONTRADAS

Para realizar esta comparación se han tenido en cuenta las alternativas con un menor coste económico, debido al gran número de dispositivos que tendría que adquirir el ET en el caso de considerar la compra de una de las alternativas aquí comparadas. La familia de radios Harris no ha sido considerada debido al elevado coste de cada radio. Este coste es de aproximadamente 120.000€ por dispositivo, esto supone un coste 10 veces mayor al de los dispositivos de la marca Elbit aproximadamente.

Para realizar esta comparación (Ver: Tabla 14) se han tenido en cuenta los factores que se exponen a continuación

Portabilidad: en este factor el uso de la aplicación ATAK obtiene 5 puntos debido que su capacidad para ser utilizada en dispositivos móviles de tamaño reducido o en ordenador en caso de necesitar una mejor visual la hace perfecta para cualquier tipo de militar, no solo de infante. La radio Elbit ha obtenido una puntuación de 3 puntos debido a que aunque su tamaño es reducido, sus dimensiones la hacen incómoda para ser portada en el chaleco anti-fragmentos además de su peso.

Alcance: la aplicación ATAK ha obtenido 4 puntos debido a la necesidad de utilizar una red de telefonía móvil, esta característica depende en gran medida de la compañía telefónica que tenga contratada el militar. EN el caso de Movistar esta cobertura es prácticamente total en todos los campos de maniobras militares, obteniendo el mayor defecto en la cobertura que sería necesaria en ejercicios realizados en el extranjero. La radio Elbit ha obtenido 4 puntos debido a que sus características muestran que su cobertura puede ser perfecta para el uso militar, pero la radio ha de ser valorada en el punto que se encuentra hoy en día debido a que el desarrollo de la misma podría verse detenido o modificado.

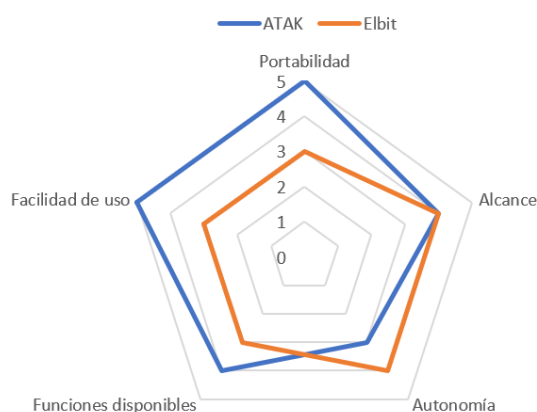
Autonomía: la aplicación ATAK ha obtenido 3 puntos debido al gran consumo de batería que produce la aplicación al ser utilizada en medios móviles, esta autonomía depende de la capacidad que disponga el dispositivo móvil, pudiendo ser aumentada con la implementación de una batería externa de dimensiones similares al propio dispositivo. La radio Elbit con el software actual y su nivel de desarrollo obtiene 4 puntos debido a que se podrían realizar misiones de un día completo con la radio en configuración portátil

Funciones disponibles: la aplicación ATAK obtiene una puntuación de 4 puntos. Esta aplicación dispone de una cantidad ilimitada de plugings que harían que consiguiese una puntuación superior, pero estas ampliaciones de las funciones deben ser instaladas desde fuentes externas o desarrolladas por grupos de trabajo militares, factor que hoy en día es inconcebible por el ejército español. La radio Elbit obtiene una puntuación de 3 puntos debido a la ausencia de pruebas de capacidades preinstaladas en la radio. Esta radio actualmente tiene varias funciones que no están disponibles al menos en la versión que dispone el ejército español como son: llamadas telefónicas, emisión de video, entre otras.



Facilidad de uso: la aplicación ATAK obtiene una puntuación de 5 puntos debido a sus características comunes a las aplicaciones civiles, característica que la hace muy intuitiva para el usuario final siendo sencillo su aprendizaje autónomo. La radio Elbit obtiene una puntuación de 3 puntos debido a que sus funciones no son intuitivas, basándome en la experiencia del personal de pelotón de transmisiones de infantería, no siendo así para personal del arma de transmisiones, de todos modos esta característica hace que la radio no sea sencilla en grandes rasgos para la mayoría de los militares.

*Tabla 14 Gráfico Radar Chart.
Fuente: elaboración propia*



Tras situar cada puntuación otorgada a las diferentes características estudiadas en un gráfico tipo radar, se concluye que la aplicación ATAK obtiene una puntuación media mayor debido a que el polígono que forma su puntuación posee una mayor área comparándolo con el polígono formado por la puntuación de la radio Elbit.

Teniendo en cuenta estas características se considera que a pesar de encontrarse la radio Elbit en fase de prueba, la opción de la utilización de la aplicación ATAK cumple de una manera más completa con las características que necesita un militar para realizar las funciones de mando y control, además de permitir conocer la disposición de todos los elementos de su unidad para hacer modificaciones de despliegues o de línea de coordinación que pueden ser transmitidos por la propia aplicación.



4.9 PASOS NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR LA SOLUCIÓN MÁS ADECUADA

Debido a las características de la solución más adecuada encontrada en este trabajo, se considera que su ámbito de aplicación puede ampliarse a los 3 ejércitos españoles: Ejército de Tierra, Armada y Ejército de Aire y del Espacio.

La compra de material debe ser realizada mediante un proceso de adquisición llevado a cabo por la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), este órgano dependiente de la Secretaría de Estado de Defensa es el encargado de los citados procesos de adquisición, que se realizan de manera centralizada para los tres ejércitos.

Este órgano es el encargado de constituir una mesa de contratación para realizar un diálogo competitivo que trate: la viabilidad de la compra a realizar, el proceso de licitación del proyecto unido a la negociación necesaria con la empresa ofertante y realice una junta para tratar el proyecto desde el punto de la innovación que aportaría la misma a los tres ejércitos. El personal constituyente de esta mesa ha de ser nombrado por el órgano de contratación de la Dirección General de Armamento y Material. El listado de personal constituyente estará conformado por un presidente, siendo este el Jefe del Área de Contratación Nacional de la DGAM, al que se le agregan un grupo de vocales entre los que se encuentran: un integrante de la Subdirección General de Adquisiciones de Armamento y Material, un integrante de la Dirección General de Armamento y Material relacionado con la promoción del expediente de contratación, además de sus suplentes y un secretario nombrado por el Órgano de Contratación. Entre las pautas que rigen esta mesa de contratación se encuentran la obligatoriedad de estar presente todo el personal nombrado para la citada mesa en la totalidad de las reuniones, además de existir la posibilidad de realizar las reuniones de manera telemática para flexibilizar y agilizar el proceso. Esta información puede haber sido publicada en el BOE N°24, de 28 de enero de 2020, donde se encuentra la resolución 320/38388/2019 de la Subdirección General de Adquisiciones de Armamento y Material, por la que se constituye la mesa de contratación.

Para realizar la implementación de dispositivos ruggedizados con los programas tipo ATAK, tras haber realizado la licitación de dicha compra por la mesa de contratación, la unidad referente propuesta es la BRILAT Galicia VII, en concreto el R.I. Isabel La Católica N°29 debido a sus necesidades de comunicación en situaciones de climatología adversa, de esta manera, esta unidad tendría el cometido de realizar el manual de uso del dispositivo e incluso realizar los cursos formativos a otras unidades para realizar un aprovechamiento correcto del nuevo medio.

La solución más adecuada consiste en la dotación de un dispositivo móvil ruggedizado a cada miembro de la sección, teniendo en cuenta una sección de 24 militares. El desembolso de la compra supondría entre 2500€ y 5000€ por sección en dispositivos móviles ya que a nivel comercial estos dispositivos se encuentran en el abanico de precios que va desde los 110€ en el caso de dispositivos con capacidades más reducidas principalmente en cuanto a la autonomía de su batería, hasta los 200€ en caso de unos dispositivos más solventes. Además a esta compra habría que añadirle la compra de un sistema de atalaje con el anclaje molle para poder portar el dispositivo en la parte frontal y superior del chaleco para facilitar su uso y aprovechar sus capacidades. Este desembolso supone un precio medio de 15€ por atalaje, este precio puede fluctuar dependiendo de marca del producto, aunque a este precio supondría un desembolso de unos 360€ por sección.



En caso de decantarse por el uso de la aplicación ATAK dentro del abanico de aplicaciones que cumplen con estas características habría que valorar la creación de un servidor privado por Brigada para que este uso no derive en una filtración de datos sensibles. Otra opción sería comprar la versión militar de ATAK, para ello habría que realizar otra mesa de contratación debido a que es necesario un estudio de viabilidad de esta adquisición, que se realizaría al gobierno de los Estados Unidos, ya que los precios de la citada compra no son públicos. Además habría que crear un servidor privado, debido a que las características militares de la aplicación no eximen de la filtración de datos sensibles en caso de conectar los dispositivos a una red móvil civil, siendo necesaria la creación de una red móvil privada, la cual supondría un desembolso adicional aproximado de 10.000€ por Brigada.



5 CONCLUSIONES

A pesar de ser la unidad de referencia a nivel nacional en combate en ambiente FIWAF, el regimiento de infantería nº29 dispone de unos medios de transmisiones que no permiten realizar su instrucción y funciones intrínsecas durante los despliegues internacionales de la manera esperada para una unidad de este nivel de adiestramiento. Por tanto los sistemas actuales han de ser mejorados teniendo en consideración el futuro inestable e incierto ante el que nos encontramos, este hecho justifica la realización de este trabajo, que ha propuesto las mejoras a implementar para mejorar la operatividad.

Los cuadros de mando consideran necesaria la actualización de los medios de mando y control actuales.

Considerar la compra de dispositivos ruggedizados que puedan ser empleados para lograr un mando y control efectivo, empleando entre otras sus características GPS. Esta compra supondría un desembolso menor a cualquier sistema de transmisiones y dispondría de una fácil adaptación del personal a su uso debido a la sociedad tecnológica actual.

Urge encontrar una solución a los problemas de enlace para evitar la compra de tecnología civil por parte de las unidades FIWAF. Esta tecnología supone un problema de seguridad debido a que carece de sistemas de cifrado, por tanto toda la información militar transmitida durante jornadas de instrucción o despliegues puede ser sustraída por personal civil.

Considerar la actualización de las radios de dotación actuales para el mando y control a bajo nivel ya que estas disponen de unas características reales de uso insuficientes para el mando y control.

Tras el análisis de las posibles mejoras a implementar en los medios de transmisiones de dotación, estos medios siguen considerándose insuficientes para realizar un mando y control adecuado.

La aplicación ATAK cumple con las características necesarias para el combate en ambiente FIWAF. Además de poseer una interfaz sencilla para su uso rápido e intuitivo, el coste de su implementación es reducido, permitiendo dotar a todos los escalones de mando de este medio.

Tras el estudio se encuentra que el futuro tiende a sistemas de mando y control mediante mensajería y transmisión de voz a través de dispositivos móviles usando interfaces de aplicación tipo ATAK.



6 BIBLIOGRAFÍA

Boletín Oficial del Estado, 2017. *Orden ETU/1033/2017, de 25 de octubre, por la que se aprueba el cuadro*. s.l.:Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado.

Alberts, D. S., 1942. *Understanding command and control*. Department of defense.

CIV-TAK, 2017. *ATAK*. [En línea]
Disponible en: <https://www.civtak.org/>
[Consultado el: 24/10/2023].

Edrawsoft, 2022. *Edrawsoft*. [En línea]
Disponible en t: <https://www.edrawsoft.com/es/radar-chart/>
[Consultado el: 20/10/2023].

IDS, 2022. *Infodefensa*. [En línea]
Disponible en: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3139423/ejercito-adquiere-primeros-sistemas-harris-comunicaciones-multibanda-seguras>
[Consultado el: 20/10/2023].

INDRA, 2021. *Comunicaciones seguras para operaciones tácticas*. Alcobendas: indracompany.

La nueva España, 2011. *La nueva España*. [En línea]
Disponible en: <https://www.lne.es/sociedad/2011/08/12/vietnam-pedazo-infancia-feliz-infierno-21053445.html>
[Consultado el: 20/10/2023].

Midland, 2020. *XT 70. Walkie-talkie dual band (PMR446/LPD)*. LLOBREGAT: Alan communications.

Ministerio de defensa, 2010. *MI4-901. Radioteléfono ligero PNR500*. Granada: MADOC.

Ministerio de defensa, 2016. *MI-500. Radioteléfono PR4G*. Granada: MADOC.

Ministerio de defensa, 2017. *MI-502. Radioteléfono Spearnet*. Granada: MADOC.

Ministerio de Defensa, 2021. *Ejército de tierra*. [En línea]
Disponible en: <https://ejercito.defensa.gob.es/materiales/index.html>
[Consultado el: 17/10/2023].

Ministerio de defensa, 2021. *Materiales de Ejército de tierra*. [En línea]
Disponible en: <https://ejercito.defensa.gob.es/materiales/>
[Consultado el: 20/10/2023].

Musa, M. N., 2020. *Batalla de las Ardenas*. s.l.:Recuperado de Enciclopedia de Historia.

PROCOT, 2022. *Amphenolprocom*. [En línea]
Disponible en: <https://amphenolprocom.com/media/pdfdocs/sb-2-1-2-138-160-mhz-n.es-ES.pdf?timestamp=1697784435>
[Consultado el: 20/10/2023].



Telefónica, 2023. *Manual de operación y mantenimiento MCTR7200HH*. 4 ed. s.l.:Telefónica Soluciones S.A.U.

US Government document, 2010. *History army mil*. [En línea]
Disponible en: <https://www.history.army.mil/books/wwii/7-8/notes/MapII.jpg>
[Consultado el: 20/10/2023].

Raquel Acero,J.P,J.S,M.T., 2014. Ingeniería de la calidad. 2ªed. Zaragoza
Centro Universitario de la defensa



7 ANEXOS

7.1 ANEXO I

ENTREVISTA REALIZADA AL TENIENTE CUEVAS

El teniente Cuevas es actualmente el mando de sección referente a nivel FUTER en combate en ambiente FIWAF debido a que se encuentra encuadrado en la 3ª Compañía del RI 29 Isabel la Católica de la BRILAT, siendo esta compañía la referente en este tipo de combate a nivel nacional durante el presente año. El teniente ha sido el elegido para ser entrevistado debido a ser el teniente más antiguo de una sección de fusiles FIWAF.

Su trayectoria profesional tiene dos partes diferenciadas: en la primera parte estuvo 5 años formándose como oficial en las academias de Zaragoza y Toledo donde forjó las bases de su estilo de mando y tomó los primeros contactos con los medios de transmisiones que hace referencia este trabajo y en su segunda parte lleva dos años ejerciendo como jefe de sección en la BRILAT.

La instrucción que posee el teniente Cuevas es la propia de un mando de infantería, estando especializado en combate en bosque con cursos como el módulo EUMAM UKRAINE 23 donde los ejércitos español y ucraniano compartieron instrucción para homogeneizar y mejorar procedimientos en base a la experiencia obtenida por el ejército ucraniano en su conflicto actual con Rusia. Además el teniente posee experiencia en diversos campos de maniobras nacionales.

A continuación se muestran las preguntas realizadas al teniente el día 16 de Septiembre de 2023.

¿Cuál es el principal cometido que tiene su Sección?

El principal cometido que tiene mi Sección es instruirse y adiestrarse con el fin de estar preparada para combatir en todo terreno. Además, se pone especial atención en el combate en bosque, ya que mi Sección está encuadrada dentro de la Compañía que impartirá las jornadas de este tipo de combate a nivel FUTER.

¿Qué preparación ha llevado a cabo con su Sección en combate FIWAF?

La mayor parte de los mandos de la Compañía comenzó realizando instrucción en combate en bosque de cara a homogeneizar los procedimientos para impartir las jornadas de combate en bosque en el módulo EUMAM UKRAINE 23.

El resto de mi Sección comenzó realizando un bloque de instrucción en combate en bosque durante 2 meses, contando con instrucción continuada y temas tácticos en otros campos de maniobras.



¿Cuál es su experiencia con los medios de transmisiones de dotación?

Durante mi etapa en la Academia General Militar y la Academia de Infantería de Toledo gané experiencia con los medios de transmisión de dotación.

Además, durante los dos años en la 3ª Compañía del Batallón Zamora del Regimiento Isabel la Católica N.º 29, gané mucha experiencia ya que en todas las maniobras o jornadas de instrucción continuadas o prolongada se emplean estos medios.

Además, debido a la dificultad del terreno en estos campos de maniobras y zonas de instrucción, se pierde el enlace entre los medios de transmisiones, por lo que se gana experiencia en la búsqueda de enlace.

¿Qué mejoraría de los sistemas de transmisiones actuales?

Lo primero que mejoraría de los sistemas de transmisiones sería el tamaño, ya que, en la mayor parte de los casos, un combatiente asignado para cargar el material no puede cargar con su equipo individual 24h y los medios de TRX que le corresponden por su puesto táctico.

Además, mejoraría la comodidad en su manejo y operabilidad con nuestro equipo de combate.

¿Cómo suple las carencias de los medios de transmisiones?

En toda acción se debe planear medidas de coordinación y planes de contingencia para poder continuar la maniobra en caso de perder enlace y estar descentralizados.

Además, en las pequeñas unidades se suplen las carencias de los medios de transmisión proporcionados por el Ejército de Tierra adquiriendo y empleando walkies de uso común.

¿Considera que con la evolución actual de los conflictos debería aumentarse el gasto en medios para el mando y control en ambiente FIWAF?

Si, el mando y control en los conflictos actuales es muy importante, ya que, debido a las características del combate moderno, se ha tenido que aumentar el combate descentralizado entre grandes unidades y pequeñas unidades. Por este motivo, se hacen necesarios nuevos medios para garantizar el mando y control cuando no se tiene contacto visual o la distancia entre las unidades propias es demasiado grande.

Más en concreto, en el ambiente FIWAF, donde el terreno no permite el movimiento fluido de las unidades, se tiende a combatir descentralizado y dando iniciativa a las pequeñas unidades. Además, aunque se pretenda ir juntos, el enlace visual se puede perder en cualquier momento por la densa vegetación y la dificultad del terreno. Por este motivo los medios de mando y control son muy necesarios para que el jefe pueda coordinar la acción sin tener contacto físico con sus unidades en el terreno.



7.2 ANEXO II

A continuación se muestran las preguntas realizadas mediante la plataforma Google forms. Estas preguntas han sido escritas en una tabla de Word para conseguir una presentación más clara y visual de las mismas.

Módulo de preguntas destinado a determinar el perfil del personal que contesta la encuesta

Donde esta destinado	
RI 29	
RI 3	

¿En que Compañía esta encuadrado?	
1ª Compañía	
2ª Compañía	
3ª Compañía	
MAPO	

¿Cuál es su empleo?	

¿Tiene experiencia en FIWAF?	
Si	
No	

¿Ha colaborado con otros ejércitos en ejercicios en ambiente FIWAF?	
Si	
No	



¿Con que frecuencia pierde enlace en su transmisiones?						
	1	2	3	4	5	
Si dispusiese de una partida económica. ¿Qué compraría para mejorar su mando y control?						

Como considera estas opciones para mejorar el enlace					
	1	2	3	4	5
Usar un dron como relé					
Uso de dispositivos móviles ruggedizados					
Uso de ATAK					
Reducción de despliegues					
Implementación de medios GPS					

¿Cuál considera que es el principal motivo para que sus subordinados no realicen las acciones exactamente como las transmite?					
	1	2	3	4	5
Falta de instrucción individual					
Falta de instrucción en transmisiones					
Dificultad para adaptarse al medio					
Fallo de transmisiones en momentos clave					
Mal aprovechamiento de medios					
Condiciones climatológicas					

