



Trabajo Fin de Grado

Estudio de equipos de transmisiones más idóneos para el empleo en terreno montañoso y clima frío por unidades de montaña

CAC José Juncosa García

Director académico: Dra. Patricia Palomino-Manjón

Director militar: Cap. D. Rubén Calderón Parra

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2023



Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado gracias a la colaboración y paciencia de los mandos y todo el personal del RICZM "Galicia" 64 que tan bien me acogió durante la realización de las prácticas. Dar las gracias en particular al Capitán Calderón, al Teniente Arias, al Teniente Padilla, al Teniente Del Águila y en especial a la Primera Compañía por ese mes y medio de aprendizaje. Ha sido una experiencia única de la cual estoy muy orgulloso y agradecido. Agradecer también a Dra. Patricia Palomino Majón su paciencia, atención y consejos durante la realización del trabajo. Por último, agradecer a mi familia y amigos el apoyo durante estos años de formación con sus altos y bajos.



RESUMEN

El terreno montañoso y el clima frío crean una serie de dificultades a la hora de combatir que sólo las unidades de montaña son capaces de soportar. Sin embargo, estas dificultades afectan directamente sobre el personal y el material. Concretamente aumentan exponencialmente las dificultades para el mando y control de la unidad. Esto se debe a los efectos del frío y el terreno montañoso en los medios de transmisiones y por ello se ha llevado a cabo este trabajo.

Los medios de transmisiones empleados por las unidades de montaña se ven afectados fundamentalmente por el frío y la dificultad de establecer el enlace. Además, estos efectos van directamente ligados con el peso que tiene que llevar el personal de montaña y con la distribución de la carga. El frío provoca la reducción de la vida útil de las baterías y también afecta a los conectores de las radios pudiendo dañarlos. De ahí que sea necesario en las maniobras en época invernal llevar más repuestos de baterías y que estén bien aisladas con el consecuente aumento de peso. Por otro lado, el terreno montañoso dificulta el establecimiento del enlace y no todas las radios puedan ser empleadas en montaña.

Tras plantear las principales causas provocadas por el frío y el terreno montañoso se han obtenido una serie de resultados. Estos resultados están basados en la observación directa de los materiales durante el período de prácticas externas, herramientas de análisis, en la realización de encuestas y entrevistas a personal especialista de la unidad y apoyados en la utilización de manuales oficiales del Ejército de Tierra y bibliografía de fuentes abiertas.

Estos resultados llegan a la conclusión que de los tres medios estudiados la radio PNR500 no cumple con los requisitos para ser empleada por unidades de montaña. Sin embargo, la radio PRG4 y la HARRIS sí que cumplen las necesidades, aunque habría que implementar mejoras para adecuar su uso a estas unidades. Estas mejoras estarían relacionadas con el excesivo peso y tamaño de estas radios que provocan un exceso de carga a llevar por el personal y con los avances y actualizaciones de estas radios en comparación con la tecnología global. Otro punto de mejora sería la reducción del tiempo de montaje de una estación de radio Harris puesto que el hecho de enlazar en estático provoca riesgos en el terreno montañoso.

Para concluir, se puede afirmar que las radios utilizadas por estas unidades necesitan cambios y mejoras para poder competir con los avances de la tecnología mundial y poder cumplir con los objetivos de las unidades de montaña. Además, algunas radios como la PNR500 podría decirse que no cumple con los requisitos y está obsoleta. Por último, también se plantean alternativas de radios de última generación creadas por empresas como Bittium y Elbit Systems.

Palabras clave

Transmisiones, frío, terreno montañoso. Unidades de montaña



ABSTRACT

The mountainous terrain and cold climate create a series of difficulties in combat that only mountain units are capable of withstanding. However, these difficulties directly affect personnel and material. Specifically, the difficulties for command and control of the unit increase exponentially. This is due to the effects of the cold and mountainous terrain on the transmission media and, for such reason, this work has been carried out.

The transmission means used by mountain units are fundamentally affected by the cold and the difficulty of establishing the communication link. Furthermore, these effects are directly linked to the weight that mountain personnel have to carry and to the distribution of the load. The cold shortens battery life and also affects the radio connectors, potentially damaging them. Hence, it is necessary to carry more spare batteries during winter maneuvers and to ensure that they are well insulated with the consequent increase in weight. On the other hand, the mountainous terrain makes it difficult to establish the connections link and, therefore, not all radios can be used in the mountains.

After considering the main causes caused by the cold and the mountainous terrain, a series of results have been obtained. These results are based on the direct observation of the materials during the external internship period, analysis tools, surveys and interviews with specialist personnel of the unit, and supported by the use of official Army manuals and bibliography of open sources.

These results reach the conclusion that out of the three media studied, the PNR500 radio does not meet the requirements to be used by mountain units. However, the PRG4 and HARRIS radios do meet the needs, although improvements would have to be implemented to adapt their use to these units. These improvements would be related to the excessive weight and size of these radios that cause an excess of load to be carried by personnel and to the advances and updates of these radios compared to global technology. Another point of improvement would be the reduction in the assembly time of a HARRIS radio station since static linking causes risks in mountainous terrain.

To conclude, it can be said that the radios used by these units need changes and improvements to be able to compete with world advances in technology and to meet the objectives of the mountain units. Furthermore, some radios, such as the PNR500, arguably do not meet the requirements and are considered obsolete. Finally, there are also alternatives of state-of-the-art radios created by companies, such as Bittium and Elbit Systems.

KEYWORDS

Transmission media, cold, mountainous terrain, mountain units



INDICE DE CONTENIDO

<i>Agradecimientos</i>	I
<i>RESUMEN</i>	II
<i>Palabras clave</i>	II
<i>ABSTRACT</i>	III
KEYWORDS	III
<i>INDICE DE FIGURAS</i>	VI
<i>INDICE DE TABLAS</i>	VIII
<i>ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS</i>	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ESTRUCTURA Y RAZÓN DE LA MEMORIA.....	1
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	2
2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE	2
2.2 METODOLOGÍA	2
3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	4
3.1 UNIDADES DE MONTAÑA.....	4
3.2 MOTIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	8
3.2.1 Medios de transmisiones en las unidades de montaña	8
3.2.2 Fuentes de alimentación	9
3.2.3 Enlaces.....	11
3.2.4 Comportamiento de las ondas de radio	12
4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS	13
4.1 ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	13



4.1.1 Entrevista a personal de la unidad.....	13
4.1.2 Práctica de HARRIS	14
4.1.3 Encuestas.....	17
4.1.4 Análisis DAFO	19
4.1.5 Resultados	22
4.1.6 Interpretación	22
4.2 ALTERNATIVAS PROPUESTAS	23
5. CONCLUSIONES.....	25
6.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
7.ANEXOS.....	29
Anexo I.....	29
Anexo II	30
ANEXO III	37
ANEXO IV.....	41
ANEXO V.....	42
ANEXO VI.....	45
ANEXO VII.....	47



INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cursos de Montaña de tropa (Moreno Bardavío, 2018)	5
Figura 2: Organización básica ET (Organización del ET, 2020).....	6
Figura 3: Orgánica RICZM "Galicia" 64 (Martínez Barrio, 2022)	7
Figura 4: ACTO San Bernardo (RICZM "Galicia" 64, s.f.).....	7
Figura 5: ACTO La Victoria (RICZM "Galicia" 64, s.f.).....	7
Figura 6: Dimensiones radio PR4G modelo V3 (izq.) y V2 (drcha.) (Dirección de Enseñanza, 2019)	9
Figura 7: Consejos para alargar la vida útil de la batería. (Iberdrola, 2023).....	10
Figura 8: Pila PNR500 (elaboración propia).	11
Figura 9: Pila PR4G (elaboración propia).	11
Figura 10: Pila PR4G (elaboración propia).	11
Figura 11: Esquema de frecuencias. (ICOM France s.a.s., s.f.).....	12
Figura 12: Comportamiento ondas de radio. (López, T., 2016)	13
Figura 13: Radio HARRIS 5800. (elaboración propia).....	15
Figura 14: GPS (elaboración propia).	16
Figura 15: BMS (elaboración propia).	16
Figura 16: Antena Dipolo (elaboración propia).	16
Figura 17: Pregunta 1 (elaboración propia).	17
Figura 18: Pregunta 2 (elaboración propia).	17
Figura 19: Pregunta 3 (elaboración propia).	18
Figura 20: Pregunta 4 (elaboración propia).	18
Figura 21: Pregunta 5 (elaboración propia).	19
Figura 22: E-Lynx HH (Elbit Systems Ltd., s.f.)......	24
Figura 23: Radio E-Lynx modelo vehicular (Elbit Systems Ltd., s.f.)......	24
Figura 24:Radios tácticas Bittium (Defensa.com, 2020)	25



Figura 25: HK G-36. (Ejército de Tierra, 2021)	30
Figura 26: Accuracy AW. (Ejército de Tierra, 2021).....	30
Figura 27: Barret. (Ejército de Tierra, 2021)	30
Figura 28: LAG 40.(Ejército de Tierra, 2021)	31
Figura 29: MG 42. (Ejército de Tierra, 2021)	31
Figura 30: MG-4. (Ejército de Tierra, 2021)	31
Figura 31: LG C-90. (Ejército de Tierra, 2021).....	32
Figura 32: LG 100. (Ejército de Tierra, 2021)	32
Figura 33: Pistola HK. (Ejército de Tierra, 2021)	33
Figura 34: Mortero 81mm. (Ejército de Tierra, 2021).....	34
Figura 35: Spike. (Ejército de Tierra, 2021)	34
Figura 36: Vamtac. (Ejército de Tierra, 2021).....	35
Figura 37: TOM. (Ejército de Tierra, 2021)	35
Figura 39: Materiales específicos de montaña. (Ejército de Tierra, 2021)	36
Figura 38: Materiales específicos de montaña. (Ejército de Tierra, 2021)	36
Figura 40: HARRIS 117. (Ejército de Tierra, 2021).....	37
Figura 41: HARRIS 5800. (Ejército de Tierra, 2021).....	37
Figura 42: PNR500. (Ejército de Tierra, 2021)	38
Figura 43: PR4G. (Ejército de Tierra, 2021)	39
Figura 44: SPEARNET. (Ejército de Tierra, 2021).....	39
Figura 45: THALES. (Ejército de Tierra, 2021)	40



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Vida útil de la batería (ANEXO IV)	10
Tabla 2: Vida útil de la Batería. (Dirección de Enseñanza, 2019).	41
Tabla 3: Análisis DAFO PNR500. (elaboración propia)	45
Tabla 4: Análisis DAFO PR4G. (elaboración propia)	45
Tabla 5: Análisis DAFO HARRIS 5800. (elaboración propia)	46
Tabla 6: Características HARRIS. (HARRIS, RAILCE. s.f.).....	47



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ACTO Acuartelamiento

BMS Battlefield Management System

BON Batallón

CEE Compañía de esquiadores escaladores

CMT Campo de Maniobras y Tiro

CENAD Centro de Adiestramiento

CIA Compañía

CIS Sistemas de Información y Telecomunicaciones

DAFO Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades

EDACIS Equipo de Apoyo a CIS

EMMOE Escuela Militar de Montaña y Operaciones Especiales

EMM Escuela Militar de Montaña

ET Ejército de Tierra

FUTER Fuerza Terrestre

GPS Global Positioning System

HF High Frequency (Alta frecuencia)

MAPO Mando y Apoyo

MTA Montaña Avanzado

MTB Montaña Básico

MTE Montaña Elemental

MTM Mando de Tropas de Montaña

OTAN Organización del Tratado del Atlántico Norte

PCBON Puesto de mando de Batallón

RICZM Regimiento de Infantería de Cazadores de Montaña

RMA Relación de Materiales Asignados



UHF Ultra High Frequency (ultra alta frecuencia)

VHF Very High Frequency (Muy alta frecuencia)



1. INTRODUCCIÓN

1.1 ESTRUCTURA Y RAZÓN DE LA MEMORIA

El trabajo a realizar consiste en el estudio de medios de transmisiones empleados en clima frío por las unidades de Montaña del Ejército de Tierra (ET). Estas Unidades están afincadas en Jaca y en Pamplona, son las únicas con capacidad de combatir en terreno montañoso tanto en ambiente invernal como estival y realizan gran parte de su instrucción en los Pirineos. Esta capacidad de combate en montaña requiere una preparación específica a nivel técnico (Bardavío, 2018) así como en el uso de materiales específicos empleados. Otro aspecto destacable a tener en cuenta es el análisis del terreno. El terreno montañoso posee una serie de características que restringen las capacidades de las unidades y de los materiales (El territorio y el hombre, s.f.). Además, si a todo ello le sumamos el frío extremo que les afecta a en la fase invernal tenemos un cóctel complicado de analizar.

Este estudio surge a raíz de intentar analizar el comportamiento de los medios de transmisiones en el contexto del terreno montañoso y clima frío, y los problemas que éstos plantean (dificultades para enlazar debido a la orografía, duración de las baterías por el frío, etc.). Se estudiarán las características de los medios de transmisiones que tienen en dotación las unidades de montaña, desarrollando sus capacidades y debilidades. Por otro lado, se explicará brevemente el ámbito en el que se emplean estos medios, que es en terreno montañoso y en clima frío.

Por último, el trabajo consta de una estructura delimitada en cinco partes. Tras la introducción, en primer lugar, se encuentran los objetivos y la metodología donde se dará una visión de los objetivos del trabajo y los diferentes métodos empleados para su realización (sección 2). En segundo lugar, se desarrollarán los antecedentes y el marco teórico correspondientes a la investigación (sección 3). En este apartado pondrá en contexto toda la investigación. En tercer lugar, se llevará a cabo el desarrollo del trabajo que está encuadrada en la sección de análisis y resultados (sección 4), en el cual se plantearán y se desarrollarán los aspectos principales del trabajo aplicando y desarrollando las distintas herramientas de análisis. En cuarto y último lugar se encontrarán las conclusiones (sección 5). Estas conclusiones estarán basadas en el análisis previo y se tomarán en base a lo reflejado anteriormente. También irán acompañadas por una serie de propuestas y posibles sugerencias para mejorar el uso de los medios de transmisiones en este ámbito.



2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo general de este Trabajo de Fin de Grado será analizar los medios de transmisiones empleados por las unidades de montaña del ET y si éstos son suficientes y cumplen los requisitos necesarios para poder ser empleados por este tipo de unidades.

Además, se considerarán otra serie de objetivos secundarios que serán:

- Dar a conocer las unidades de montaña, cómo trabajan y los medios de los que disponen.
- Comparar y analizar los medios de transmisiones con sus fortalezas y debilidades.
- Explicar el uso y funcionamiento de los medios de transmisiones por parte de estas unidades.
- Analizar los efectos del clima frío y terreno montañoso sobre los medios de transmisiones.
- Proponer soluciones y mejoras a la hora de emplear y trabajar con estos medios en el ámbito del clima frío y terreno montañoso.

Por otro lado, el desarrollo del trabajo se llevará a cabo con la colaboración de miembros del RICZM "Galicia" 64. Este desarrollo tendrá muy en cuenta las opiniones del personal especialista de esta unidad puesto que están familiarizados con el terreno y los medios. Asimismo, se contará con la utilización de fuentes abiertas de información que ayudarán también al desarrollo del trabajo. Desde la revista de Tropas de Montaña, la página web del ET hasta publicaciones de artículos en los medios de comunicación y manuales de uso interno del ET.

El objetivo será estudiar cómo afecta el terreno montañoso y el clima frío a los medios de transmisiones centrándose más profundamente en tres de ellos puesto que analizar todos los medios disponibles en la unidad sería poco factible debido al tiempo y además sería también contraproducente. Aparte de este objetivo, también se hablará de las consecuencias que afectan directamente al soldado como son el peso y la portabilidad de los materiales. Por ello, se ha centrado el estudio en tres de ellos, que se examinarán con más profundidad. Sin embargo, se introducirán someramente el resto de medios de los que dispone la unidad para intentar dar una visión más global de las unidades de montaña y así darlas a conocer. Además, se esperan obtener resultados positivos, que sean fiables y que reflejen la realidad de los diferentes medios así como las posibles mejoras en este ámbito. Por ello, la hipótesis de partida es que el clima frío y el terreno montañoso afectan a los medios de transmisiones.

2.2 METODOLOGÍA

En cuanto a la metodología empleada se emplearán distintos métodos. Hay que destacar también que la realización del trabajo ha sido al mismo tiempo en el que se realizaban prácticas en el RICZM "Galicia 64". Con lo cual, se ha podido observar de primera mano el trabajo realizado por esta unidad durante mes y medio y se ha podido aprender sobre los diferentes materiales y métodos de trabajo empleados en el día a día. Asimismo, se han empleado una serie de métodos a la hora de desarrollar el trabajo que se explicarán a continuación.

El análisis presentado en este trabajo ha empleado los siguientes métodos cualitativos.



En primer lugar, se han realizado entrevistas a personal cualificado de la unidad. En estas entrevistas se les realizaron una serie de preguntas expuestas en el ANEXO I y respondidas en el ANEXO V. A partir de las respuestas aportadas por los entrevistados se han analizado y se han tenido en cuenta los puntos en común y los puntos en los que había diferencias.

Además, se ha llevado a cabo una observación directa del material, su funcionamiento y métodos de trabajo empleados en el día a día y durante dos semanas de maniobras en el CENAD San Gregorio en Zaragoza. Se realizó una práctica con la Harris 5800 para mostrar el funcionamiento y las capacidades de este material.

También se hizo una revisión documental de manuales del ET sobre el combate en montaña y sobre los distintos medios de transmisiones obtenidos de la intranet y de uso interno del ET. También se ha buscado información en la revista de Tropas de Montaña y en la página web del ET y en diferentes fuentes abiertas como artículos de prensa, páginas web, etc.

Otro método empleado ha sido el *brainstorming* o lluvia de ideas. Esta técnica se empleó con las respuestas recibidas en las encuestas, entrevistas y consejos del día a día aportados por el personal de la unidad. También se ha realizado un *brainwriting*, técnica que consiste en apuntar las ideas más destacadas. Esta técnica se empleó con las ideas apuntadas a raíz de analizar dichas encuestas y entrevistas; además de consejos e ideas que se fueron aportando durante el día a día por parte de miembros de la unidad.

Este trabajo también presenta una serie de métodos cuantitativos: Se ha realizado un análisis DAFO de los medios a estudiar reflejado en el ANEXO VI. En este análisis se exponen las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que tienen estos medios de transmisiones.

Por último, se distribuyeron unas encuestas realizadas a personal de la unidad difundidas a través de la plataforma *WhatsApp* con una serie de preguntas expuestas en el ANEXO I. Estas encuestas estuvieron planteadas para el personal de la unidad. Desde usuarios de estos medios de transmisiones hasta el personal más especializado. La muestra tomada fue de unas 55 personas y estuvo disponible durante 5 días laborables.



3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

3.1 UNIDADES DE MONTAÑA

3.1.1 Historia

La creación del regimiento de cazadores de montaña “América 66” y la creación del regimiento de infantería “Galicia 64” de cazadores de montaña data del siglo XVIII y XVI respectivamente (Sala Histórica RICZM “Galicia”64). A lo largo de la historia sufrieron modificaciones y adaptaciones hasta que en 1899 fueron creadas por Real Decreto. Durante siglo XX se les fue otorgando la capacidad de combate en montaña. Tras su participación en diversas guerras y campañas militares es en 1939 cuando se observa una necesidad de otorgar a una serie de unidades una capacidad en montaña. Es en ese momento cuando al actual Regimiento de infantería “Galicia 64” se le otorga dicha capacidad. Tras este hito se crea en 1945 la Escuela Militar de Montaña (EMM). En 1956, se separa el curso en dos: curso de operaciones especiales y curso de montaña. Posteriormente, la EMM pasaría a juntarse con la de operaciones especiales en 1975 y se crearía la Escuela Militar de Montaña y Operaciones Especiales (EMMOE) afincada en Jaca. Esta creación supuso un paso para la especialización definitiva de este tipo de unidades.

3.1.2 Misiones

A la hora de hablar de las misiones llevadas a cabo por las unidades de montaña nos centraremos en el RICZM “Galicia” 64 puesto que es la unidad colaboradora de este trabajo.

Este regimiento ha participado en diversas misiones, siendo la más destacada y que más orgullo proporciona a la unidad la misión de Afganistán (Sala Histórica RICZM “Galicia” 64). Esto se debe a que fueron los que abrieron y cerraron la misión. Por otro lado, también es necesario citar las misiones de Bosnia, Kosovo, Líbano, Mali y Albania. Misiones de distinto tipo (Mantenimiento de la paz, apoyo a la paz, humanitarias, etc.) en las cuales ha participado este regimiento realizando un trabajo encomiable.

3.1.3 Combate en montaña

“La montaña nos une” (LA MONTAÑA NOS UNE, 2018).

Éste es uno de los lemas más importantes en las unidades de montaña. La montaña trata a todos por igual, no hace distinciones. De ahí que haya una relación especial entre el mando y la tropa, pues todos sufren juntos las mismas penurias. La montaña no respeta ni rango ni condición, de ahí que el compañerismo sea clave para salir adelante.

Partiendo de la frase anterior vamos a explicar brevemente el combate de estas unidades y las distintas fases de instrucción que tienen a lo largo del año. En la montaña se distinguen dos épocas principales: la fase estival y la fase invernal. A partir de esto hay que destacar la capacidad de adaptación que tienen este tipo de unidades para moverse en el terreno montañoso. Esta capacidad se instruye en la fase de vida y movimiento. En estos ejercicios se aprende a sobrevivir y a moverse en ámbito estival e invernal. Por otro lado, no dejan de ser una unidad de infantería convencional y también hacen su instrucción de combate convencional. Además, hay que citar algunas de las actividades en las que se instruyen como la escalada, el rapel, esquí, etc. Todas estas actividades son enseñadas por los mandos y tropa diplomados en



montaña.

Por otro lado, hay que destacar la buena preparación de los cuadros de mando que se sacan el curso de montaña en la EMMOE. También hay que citar los distintos niveles que se puede sacar la tropa: Montaña elemental (MTE), Montaña básico (MTB) y Montaña avanzado (MTA) (Moreno Bardavío, 2018) y Curso Básico de Montaña (CBM). Como se puede observar en la Figura 1, se aprecian las competencias principales obtenidas con cada curso, los distintos módulos, su duración, a quién va dirigido y el puesto táctico que se puede desarrollar.

NOM (ABV)	MONTAÑA ELEMENTAL (MTE)	MONTAÑA BÁSICO (MTB)	MONTAÑA AVANZADO (MTA)
COMPETENCIAS PRINCIPALES	<p>Terreno montañoso de dificultad moderada y zonas de clima frío (-20°C)</p> <p>Aplicación de técnicas elementales específicas de progresión:</p> <p>Escalada (asegurado) III+.</p> <p>Movimiento con piolet y crampones o con raquetas en pendientes moderadas (30°-40°). Neveros.</p> <p>Movimiento con esquís en pendientes muy suaves.</p> <p>Giros en cuña.</p> <p>Empleo básico LEVA combinado con sonda. Línea de sondeadores.</p> <p>Necesita la supervisión y control por personal de niveles técnicos superiores para la ejecución de actividades en terreno montañoso.</p>	<p>Terreno montañoso escarpado y zonas de clima frío (-20°C)</p> <p>Aplicación de técnicas complejas de movimiento:</p> <p>Escalada como primero de cordada .IV+/A0. Corredores baja dificultad.</p> <p>Movimiento con esquís en pendientes moderadas. Paralelo elemental y Stem cristiana.</p> <p>Nociones mov en glaciar y autorrescate.</p> <p>Nociones básicas estabilidad nieve. LEVA dos señales, sondeo y paleo estratégico. Conoce equipos rescate.</p> <p>No necesita la supervisión continua y directa de sus actividades.</p> <p>Puede ser jefe de un equipo independiente que actúa en terreno montañoso de poca dificultad o próximo a las vías de comunicación.</p>	<p>Terreno montañoso muy escarpado y difícil, y zonas de clima frío (-20°C)</p> <p>Aplicación de técnicas muy complejas de movimiento:</p> <p>Escalada como primero de cordada (roca y nieve) V+/A2. Piolet tracción.</p> <p>Movimiento con esquís en pendientes fuertes. Paralelo perfeccionado, de salto.</p> <p>Sabe procedimientos rescate en pared y glaciar.</p> <p>Conoce dinámica nieve, estabilidad manto nivoso. Rescate organizado.</p> <p>Puede ser jefe de un equipo independiente que actúa en terreno montañoso difícil, alejado de las vías de comunicación, y/o en condiciones meteorológicas adversas, bajo la supervisión de un cuadro de mando en posesión de la aptitud Montaña (TM).</p>
MÓDULOS	Común, Estival e Invernal	Estival e Invernal	Estival e Invernal
DURACIÓN	425 horas	330 horas	370 horas
DIRIGIDO A	CUMA y ETR	CUMA y ETR (con MTE)	ETR (con MTB)
PUESTO TÁCTICO	Base de BCZM, Una Bla T05 REM, un Pn DAA, dos Sec ZAP, un Eq ABTO, un Eq SVA	Base de Cía. EE. Un Eq TRA.	1 Pn EE SERECO, Eq Mando Cía EE, 1 Pn x Sc EE.
Nº PTAC	1170	420	52

Figura 1: Cursos de Montaña de tropa (Moreno Bardavío, 2018).

3.1.4 Unidades (plantilla/orgánica)

Según la página web oficial del ET las unidades de montaña son: el RICZM “América” 66 con base en Pamplona y el RICZM “Galicia” 64 con base en Jaca. Éstas pertenecen al Mando de Tropas de Montaña (MTM) que está encuadrado en la División San Marcial (con base en Pamplona) y mandado por un General de Brigada. Ambos regimientos cuentan con un batallón (BON) de Cazadores de Montaña y además el RICZM “Galicia” 64 cuenta con la Compañía de Esquiadores Escaladores (CEE).

Como se puede observar en la Figura 2, el MTM estaría dentro de la División San Marcial, que a su vez estaría encuadrada dentro de la Fuerza Terrestre (FUTER) y a su vez en la Fuerza.



Organización Básica 2020

Figura 2: Organización básica ET (Organización del ET, 2020).

A continuación, se analizará únicamente la plantilla orgánica del RICZM “Galicia 64” puesto que es la unidad en la cual se está realizando el estudio.

El Regimiento está compuesto por el BON Pirineos y la CEE (Figura 3). Además, el RICZM “Galicia 64” está distribuido en dos acuartelamientos: Acuartelamiento San Bernardo (Figura 4) y el Acuartelamiento La Victoria (Figura 5). En el primero de ellos se encuentra la plana mayor del regimiento y la CEE y en el segundo se encuentra el BON Pirineos.

El regimiento está mandado por un coronel del cual depende directamente la CEE mandada por un capitán. Al mismo tiempo el BON Pirineos, subordinado a las órdenes del coronel, está mandado por un teniente coronel. Este BON está compuesto por 5 compañías (CIA): tres CIA's de fusiles, una CIA de Mando y Apoyo (MAPO) y una de Servicios. Es decir, en total son cinco CIA's las que componen el BON, tal y como puede observarse en la Figura 3.

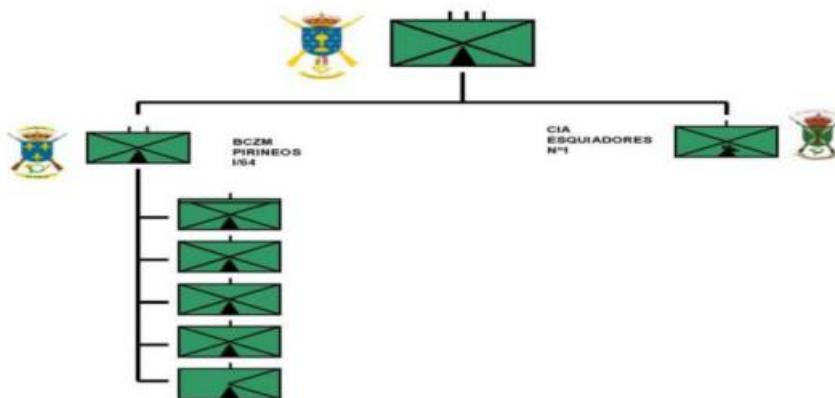


Figura 3: Orgánica RICZM "Galicia" 64 (Martínez Barrio, 2022).



Figura 4: ACTO San Bernardo (RICZM "Galicia" 64, s.f.).



Figura 5: ACTO La Victoria (RICZM "Galicia" 64, s.f.).

Por otro lado, hay que citar también la cantidad de medios de transmisiones disponibles actualmente en la unidad como se puede observar en la relación de material asignado que tiene la unidad (RMA). Esta relación de material asignado no se puede mostrar al tratarse de información confidencial de uso interno de la unidad.

Sin embargo, puede decirse que el BON Pirineos dispone de 8 radios Harris, 68 radios PR4G de varios modelos y por último cuenta con 80 PNR500. Esta sería la relación de material



asignado al batallón. Sin embargo, esta relación asignada no coincide con el material operativo y disponible en el día a día. Es simplemente la cantidad teórica que debería tener la unidad pero que por diversos motivos de uso y deterioro diarios no todo está disponible.

3.1.5 Materiales

Las unidades de montaña cuentan con una serie de materiales comunes al resto de las unidades del ET y otros específicos. El ANEXO II se ha cumplimentado según la página web oficial del ET. En este anexo, se pueden observar los distintos materiales empleados por las unidades de montaña con sus diferentes características.

3.2 MOTIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Tras una breve explicación de los puntos más relevantes que ayudan a entender cómo son las unidades de Montaña, se procederán a identificar los motivos de la investigación llevada a cabo. Después de analizar diferentes artículos y reunir experiencias de personal destinado en estas unidades se ha analizado el comportamiento de los medios de trasmisiones en clima frío y terreno montañoso. Esta investigación se ha llevado a cabo por los problemas provocados por el terreno y el clima tan hostil, en el manejo de estos aparatos. Surgen problemas como el incorrecto funcionamiento de las baterías y problemas de enlace debidos a la orografía. Además, estos problemas derivan en otros como pueden ser el exceso de peso, que se explicará en cómo se relaciona con el frío y las baterías. De ahí que surja esta investigación en la cual se va a intentar paliar en la medida de lo posible estos efectos buscando soluciones que se puedan aplicar eficazmente.

3.2.1 Medios de transmisiones en las unidades de montaña

Para continuar con la investigación, se presentarán los medios disponibles en las unidades de montaña reflejados en el ANEXO III. Como ya se citó en la sección de antecedentes y marco teórico, en el apartado de unidades, el BON Pirineos dispone de una serie de medios de trasmisiones. En este apartado los exponemos de manera general con sus características principales analizando de forma más detallada la PNR500, la PR4G y la HARRIS. Para realizar este análisis se han tenido en cuenta una serie de manuales empleados por el Ejército de Tierra (Mando de Adiestramiento y Doctrina 2010, 2016, 2018) y el Manual de Ascenso a Cabo con fecha de 2019 en el que aparecen conceptos y datos útiles sobre los materiales.

La radio PNR500 es una radio Ultra High Frequency (UHF) cuya misión principal es proporcionar enlace a nivel escuadra y pelotón. El radio de enlace teórico es entre 500 y 1000 metros, aunque en terreno montañoso se reduce drásticamente. La duración de las baterías es de aproximadamente 8 horas y sus reducidas dimensiones y peso la convierten en una radio portátil.

La radio PR4G tiene varios modelos (V2 y V3) que se emplean actualmente. Esta radio tiene la opción de ser una radio portátil o vehicular, que puede ir sobre vehículo. La función principal de esta radio es el enlace a nivel compañía. Por eso su enlace es del tipo Very High Frequency (VHF). En cuanto al tamaño y dimensiones se pueden apreciar en la Figura 6 que varían dependiendo del modelo.



RT-9210: 264x84x184mm-3.4kg RT-9200: 291x91x246mm-6 Kg



Figura 6: Dimensiones radio PR4G modelo V3 (izq.) y V2 (drcha.) (Dirección de Enseñanza, 2019)

La radio HARRIS se encuentra en las unidades de montaña en dos modelos. La HARRIS 5800 y la 7800. Ambas radios tienen funciones similares, proporcionar enlace a nivel batallón. Sin embargo, difieren en peso y tamaño. La HARRIS 5800 tiene unas medidas y un peso mayor a la 7800. Ambas radios funcionan en frecuencias High Frequency (HF) y tienen que usarse en estático. Pueden ser empleadas de manera vehicular o de manera portable.

Una vez expuestas las características principales se procederá con el análisis de los tres medios citados con anterioridad. Para este análisis se contará con la opinión de personal de la unidad reflejado a través de entrevistas que dan lugar también a un análisis DAFO donde se podrán observar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades. (Ver sección 4.1.4 y ANEXO VI).

3.2.2 Fuentes de alimentación

Uno de los problemas relacionados con el frío tiene relación con las fuentes de alimentación/-o pilas. Las baterías empleadas por las radios son baterías de litio en las cuales se produce una reacción química que proporciona la energía suficiente para el funcionamiento de las radios.

Según la página web de Iberdrola el funcionamiento de las baterías de Litio se resumiría de la siguiente manera. En primer lugar, una batería de ion de litio o batería Li-Ion es un tipo de batería recargable que utiliza compuestos de litio como uno de los electrodos.

Las baterías de ion de litio se componen de las siguientes partes: un electrodo negativo o ánodo de donde salen los electrones y un electrodo positivo o cátodo que los recibe. Cuando se conecta la batería, los iones de litio se mueven desde el ánodo hasta el cátodo a través de un electrolito, dando lugar a la diferencia de potencial que produce la corriente. Cuando se carga la batería, los iones de litio vuelven al ánodo.

En ambiente de frío extremo las baterías reducen drásticamente su autonomía. Esto es debido a que, dentro de la pila, para producirse la reacción química, es necesaria una cierta



temperatura. Por ello, el gasto de energía es mayor debido a que la pila intenta mantener una temperatura mientras se produce la reacción.

En función de las condiciones de la radio y de la potencia de la batería que se emplee las baterías durarán aproximadamente 10 horas tal y como se puede observar en la tabla 1 obtenida del ANEXO IV. Se puede observar también que a mayor potencia mayor duración en este tipo de baterías.

Por otra parte, se puede observar en la figura 7 obtenida de la página web de Iberdrola algunos consejos para alargar la vida útil de este tipo de baterías. Como viene resumido en la imagen, uno de los consejos básicos es mantener las pilas a una temperatura adecuada evitando el exceso de calor y el exceso de frío. Esto afecta directamente a la duración de las baterías reduciendo su autonomía drásticamente. También está relacionado directamente con el frío la humedad. Esta humedad provocada por la lluvia y por la nieve afecta en la descarga de las baterías y estropea a su vez los conectores. De ahí que sea muy conveniente almacenar las pilas en bolsas estancas para evitar su deterioro durante su transporte en las marchas y maniobras militares. Otros aspectos citados en la imagen son el uso de la carga rápida y el exceso de tiempo de carga una vez la pila está al 100%.

Tabla 1: Vida útil de la batería (ANEXO IV)

CONDICIONES DE LA RADIO	VIDA ÚTIL DE LA BATERÍA (HORAS)
Línea de Vista de VHF/UHF (VULOS), CT,10 vatios,6:3:1 Reserva/RX/TX	11
ANW2, 5 vatios	10
QUICKLOOK, 5 vatios	10
ROVER, 5 vatios	10



Figura 7: Consejos para alargar la vida útil de la batería. (Iberdrola, 2023)



Por otra parte, si la autonomía de las baterías se reduce a la mitad debido al frío, las unidades de montaña se ven obligadas a llevar más baterías para suplir sus necesidades. Esto conlleva dos problemas más, el peso y el espacio. Por ejemplo; la radio PR4G pesa aproximadamente 6 kg (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2016) (Manual de ascenso a cabo, 2019), de los cuales la pila pesa 1,5 kg. Si se tiene que duplicar o triplicar el número de pilas se produce un incremento de peso considerable a llevar por el personal. En fase invernal, el personal de cazadores de montaña lleva un equipo que pesa de media 35 kg. Si se añade el material extra como la radio con sus baterías se observa que es un peso excesivo. Además del peso, hay que considerar el terreno abrupto en el que se mueven estas unidades el cual provoca un mayor desgaste físico en el personal y una mayor dificultad para moverse y por lo tanto para recibir cualquier ayuda externa. Por último, el hecho de tener que llevar más baterías afecta también al espacio disponible en la mochila y la distribución de la carga debido a que es recomendable que las pilas vayan lo más pegadas a la espalda del soldado para mantener en la medida de lo posible el calor y evitar así su descarga. Por las noches, las baterías duermen con el personal para mantener también una temperatura adecuada. Este problema se considera principalmente con las HARRIS y la PR4G, puesto que la PNR500 tiene un tamaño mucho más reducido. Como se puede apreciar en las Figuras 9 y 10 la pila de la PR4G tiene un tamaño considerable que ocupa cierto espacio en la mochila. Además, se tendrá en cuenta la necesidad de llevar las pilas de manera estanca para evitar en la medida de lo posible los efectos de la humedad. En la Figura 8 aparece la pila de la PNR500 de un tamaño mucho más reducido que la pila de la PR4G. Esta pila sufre también los efectos de las bajas temperaturas y la humedad. Sin embargo, tal y como se puede apreciar en las Figuras 8, 9 y 10, será más fácil llevar más pilas de este tipo tener un tamaño y un peso mucho más reducido.



Figura 9: Pila PNR500
(elaboración propia).



Figura 8: Pila PR4G
(elaboración propia).



Figura 10: Pila PR4G
(elaboración propia).

3.2.3 Enlaces

En cuanto a los enlaces en montaña y clima frío, hay que tener en cuenta dos factores principales. El primero y más importante de todos es la orografía. En ambiente montañoso hay que saber elegir bien la localización de una estación de radio puesto que dependerá en gran medida de la consecución del enlace. Los obstáculos naturales juegan un gran papel. De ahí,



que, dependiendo del tipo de radioenlace y por lo tanto del tipo de radio a emplear, sea más fácil el enlace en dicho terreno. También hay que tener en cuenta la dirección de la antena. En segundo lugar, es importante tener en cuenta si es de día o de noche y la climatología. En función de cada situación habrá que usar unas frecuencias u otras.

Dentro de los medios de trasmisiones que posee el ET hay diferenciamos tres tipos de radioenlaces que dependen de la radiofrecuencia utilizada:

- **UHF (Ultra High Frequency):** Frecuencias comprendidas entre 300 y 3000 MHz. Estos enlaces se caracterizan por tener una muy alta frecuencia y un alcance reducido. La radio PNR500 funciona en estas frecuencias.
- **VHF (Very High Frequency):** Frecuencias entre 30 y 300 MHz. Estos enlaces tienen una menor frecuencia que la UHF, pero enlazan a una mayor distancia. La radio PR4G se corresponde con este tipo de frecuencias
- **HF (High Frequency):** Se trata de la alta frecuencia comprendida entre 3 y 30 MHz. La característica principal de estos enlaces es la poca frecuencia y la capacidad para enlazar a grandes distancias. La radio HARRIS se emplea en este tipo de frecuencias.

En la Figura 11 se expone de manera gráfica el funcionamiento de los tres tipos de radiofrecuencia. Se puede apreciar cómo la onda disminuye su longitud de onda y por lo tanto su alcance a medida que aumenta su frecuencia si se analiza la imagen de izquierda a derecha.

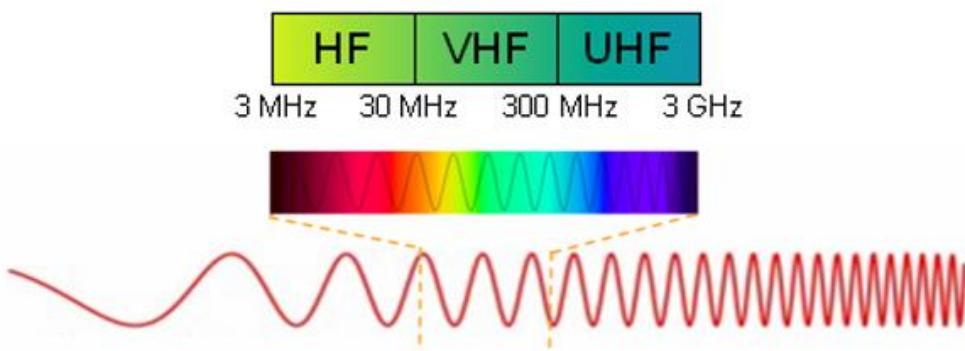


Figura 11: Esquema de frecuencias. (ICOM France s.a.s., s.f.)

3.2.4 Comportamiento de las ondas de radio

Las radios empleadas por el ET funcionan de la siguiente manera. Las radios emiten ondas electromagnéticas que viajan por el medio desde el transmisor hasta el receptor revolviendo en la ionosfera. En la Figura 12 (Tomé López, s.f.) puede observarse de manera esquemática su funcionamiento. Se puede observar un emisor de ondas representado con una antena emitiendo las ondas representadas con las líneas azules y rojas. Estas ondas salen del emisor y revolviendo en la ionosfera, capa representada de color amarillo, hasta que alcanzan al receptor.

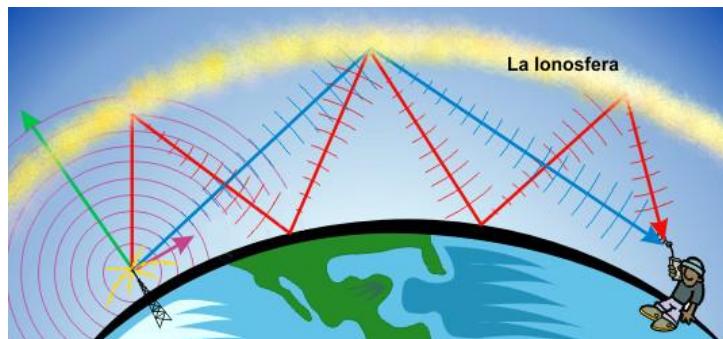


Figura 12: Comportamiento ondas de radio. (López, T., 2016).

4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS Y RESULTADOS

A la hora de realizar el estudio se han tenido en cuenta las opiniones y experiencias del personal especialista de la unidad. Por ello se han llevado a cabo una serie de entrevistas que cuyas preguntas están reflejadas en el ANEXO I y las respuestas reflejadas en el ANEXO V.

Aparte de las entrevistas, también se ha realizado una práctica de Harris y se han obtenido una serie de resultados a través de encuestas a personal de la unidad. Con todo ello se ha realizado un análisis DAFO disponible en el ANEXO VI.

4.1.1 Entrevista a personal de la unidad.

Tras la realización de las entrevistas al personal de la unidad expuestas en el ANEXO V se pueden sacar una serie de puntos en común los cuales se procederán a analizar a continuación. En primer lugar, se puede observar que los entrevistados tienen diferente relación con los medios de transmisiones a tratar y por lo tanto alguno tiene una visión más de usuario y otros más especializada. Por lo general unos y otros coinciden en que los medios de transmisiones son esenciales para el mando y control de la unidad. Unos los emplean como usuario, ya sean los jefes de sección, CIA, etc. y otros son los encargados de gestionar y preparar estos medios para su uso por parte del mando. Estos son los llamados jefes de equipo de transmisiones, relé o Equipo de Apoyo a los Sistemas de Información y Comunicación (EDACIS).

Continuando con el análisis se pueden apreciar una serie de fortalezas aproximadamente comunes en las respuestas de los entrevistados. Haciendo referencia a la PNR500 se obtienen fortalezas como la buena portabilidad de la radio debido a su pequeño tamaño, su diseño para enlazar a nivel escuadra y pelotón y su sencillo manejo.

Las fortalezas de la PR4G que se obtienen de las opiniones de los entrevistados están relacionadas con la utilidad de esta radio para tener enlace a nivel CIA, radio de configuración portátil y vehicular con un manejo intuitivo.

Las fortalezas de la HARRIS 5800 son el enlace a grandes distancias siendo muy conveniente esta radio para el terreno montañoso. También destaca por tener capacidad para



transmitir imágenes y datos gracias al sistema BMS¹.

Para analizar los efectos del frío sobre estos medios los entrevistados concuerdan con que afecta a la autonomía de las radios al provocar una aceleración en la descarga de las baterías. Asimismo, afecta también a los conectores de las radios, de ahí la importancia de su aislamiento. Además del frío, también preocupan los cambios bruscos de temperatura que afectan directamente a los equipos.

En cuanto a los efectos del terreno montañoso sobre los medios de transmisiones se llegaron a una serie de puntos en común por parte de los entrevistados. El más destacado es la dificultad a la hora de establecer enlace debido a la orografía. Sin embargo, analizando una por una se obtuvo que la PNR500 y la PR4G sufren más a la hora de enlazar puesto que su enlace es directo y les afectan en gran medida los obstáculos naturales. En este ámbito la HARRIS sufre mucho menos al tener un gran alcance, aunque su desventaja principal es la necesidad de realizar el enlace en estático con la consecuente pérdida de tiempo y mayor exposición a los peligros en zona de operaciones. Por otra parte, la radio HARRIS se ve afectada también por la climatología a la hora de enlazar y si es en arco diurno o nocturno. Esto afecta al uso de las frecuencias a emplear que variarán en función de una situación u otra. También es muy importante la elección de un lugar adecuado en el que asentar la estación de radio.

Para responder a la última pregunta de la entrevista relacionada con las sugerencias y mejoras, uno de los puntos en común que tuvo el personal más especializado fue el incremento de la instrucción con estos materiales por parte de todo el personal. También se propuso la implementación efectiva de la HARRIS a nivel compañía y mantener un meticuloso mantenimiento de los materiales. Por otra parte, también se citó la sustitución de la PNR500 y la PR4G por la radio E-Lynx y la posible implementación de aplicaciones de mando y control como el ATAK. Por último, se planteó el tener radios suficientes para poder utilizar de manera efectiva el sistema BMS.

4.1.2 Práctica de HARRIS

Por otro lado, también se ha llevado una práctica con la radio HARRIS 5800 realizada en el campo de maniobras y tiro (CMT) de Batiellas, situado a unos 5 Km de Jaca, la cual ha sido de gran ayuda para este trabajo. En esta práctica se realizó el montaje de una estación de radio HARRIS y se estableció enlace con el Puesto de Mando de Batallón (PCBON) sitiado en el acuartelamiento la Victoria. Durante la práctica, se transmitió por voz y datos, se probó el enlace con la antena de varilla y la antena dipolo y se utilizó el sistema Battlefield Management System (BMS). Además, se tuvo la oportunidad de escuchar las explicaciones del personal sobre este medio y se pudo observar el funcionamiento de esta radio.

La radio HARRIS es una radio HF supermux. Esto quiere decir que trabaja en un amplio

¹ Sistema BMS: Sistema diseñado para el mando y control de las unidades en el campo de batalla empleado por el ET. A nivel comunicativo dispone de chat escrito, voz, WIFI, envío de imágenes y vídeos. Además, permite observar en todo momento la posición de cada una de las unidades para facilitar el mando y control. Este sistema es muy útil porque le permite al mando tener una visión global de lo que está sucediendo en el campo de batalla. Otra característica destacable es su interoperabilidad con otros sistemas de mando y control de países de la OTAN



rango de frecuencias y que además tiene la opción de transmitir voz y datos. Para la trasmisión de voz cuenta con un micro teléfono y para la trasmisión de datos, con una Tablet en la cual viene integrado el sistema BMS. También se puede sustituir la radio por un ordenador. Este sistema BMS es un sistema de mando y control que proporciona la posición vía GPS de las unidades. Además, cuenta con un chat por el cual se pueden mandar mensajes, fotografías y vídeos. En cuanto al montaje de la radio, se trata de una radio portable que para su utilización tiene que estar montada en un sitio de manera estática. También puede montarse sobre vehículo y cuenta con un GPS que permite localizar la situación de las radios y por ende de las unidades. Esto facilita el mando y control al jefe al disponer de la situación sobre el plano de sus unidades y así controlar la maniobra a realizar.

Otro aspecto a tener en cuenta es la orografía y la climatología. Esta radio utiliza diferentes frecuencias dependiendo de si es de día o de noche y también dependiendo de la climatología que haya en ese momento (sol, lluvia, viento, etc.). En líneas generales hay diferentes variables a tener en cuenta:

Si es de noche, la ionosfera baja y por lo tanto se necesitarán frecuencias más bajas para enlazar. Por el día sucederá lo contrario, las frecuencias utilizadas serán mayores.

En cuanto a climatología, hay que destacar que en día soleado y despejado las frecuencias de enlace serán altas, mientras que en con lluvia, niebla y frío las frecuencias de enlace serán más bajas.

Por último, hay que contar con los obstáculos naturales del terreno, que influyen en la dirección en la cual hay que colocar la antena.

Para facilitar la explicación se tomaron una serie de imágenes expuestas a continuación. En la Figura 13 se puede observar una radio HARRIS 5800 montada con un micro teléfono, antena de varilla y el sistema BMS en la Tablet rugerizada. Se puede apreciar en la zona izquierda de la imagen el cable de toma de tierra. Este cable sirve para que la radio expulse la potencia sobrante y es uno de los motivos por los que no se puede enlazar en movimiento.



Figura 13: Radio HARRIS 5800. (elaboración propia).

En las Figuras 14 y 15 se puede apreciar más al detalle algunos de los componentes de la radio. En la Figura 14 se observa el GPS. Este dispositivo actúa conjuntamente con el sistema BMS y permite dar la geolocalización de las unidades. En la Figura 15 aparece en la Tablet con el sistema BMS. También hay que citar que se puede utilizar un ordenador en vez de la Tablet. Además, aparece el cable de datos que conecta la Tablet con la radio.



Figura 14: GPS (elaboración propia).



Figura 15: BMS (elaboración propia).

Por último, hay que explicar que la radio tiene dos antenas. La antena de varilla y la antena dipolo (Figura 16). El alcance de la antena dipolo es mayor, aunque presenta mayores dificultades a la hora del montaje. Además, esta antena se alargará más o menos en función de la frecuencia que se vaya a emplear para enlazar.



Figura 16: Antena Dipolo (elaboración propia).



4.1.3 Encuestas

También se ha llevado a cabo una encuesta a personal de la unidad para hacerse a la idea, de una manera aproximada, de la opinión general acerca de los medios a estudiar. La encuesta se distribuyó como un enlace a través de WhatsApp y la muestra recogida ha sido de 55 participantes. Los resultados obtenidos están reflejados las Figuras 17, 18, 19 y 20 y se procederá a la interpretación de dichos resultados a continuación.

¿Considera adecuado el empleo de la PNR500 por parte de las unidades de montaña?
55 respuestas

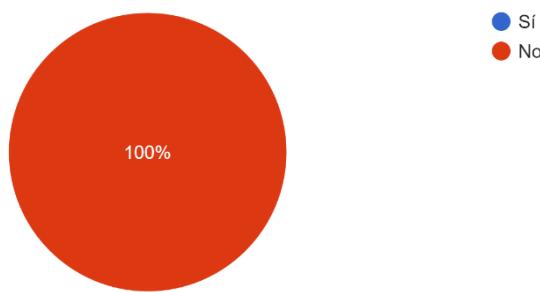


Figura 17: Pregunta 1 (elaboración propia).

Tras observar los resultados de la primera pregunta en la Figura 17, acerca del uso de la PNR500 por parte de las unidades de montaña se puede concluir que por parte del personal de este tipo de unidades se considera que la PNR500 no es adecuada ni cumple sus funciones. Puede decirse de manera unánime que esta radio se considera desfasada y no es adecuada según los encuestados.

¿Considera adecuado el empleo de la PR4G por parte de las unidades de montaña?
55 respuestas

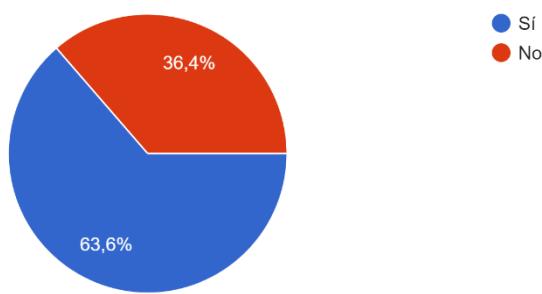


Figura 18: Pregunta 2 (elaboración propia).

En la Figura 18, la pregunta relacionada con la PR4G más de la mitad de los encuestados (63,6 %) considera que el uso de esta radio por parte de las unidades de montaña considera adecuado el empleo de esta radio. El otro 36,4 % opina que no es adecuada. Por ende, se puede interpretar que la radio PR4G cumple con su función principal que es proporcionar enlace a nivel CIA. Aun así, hay pequeñas situaciones que habría que analizar en las cuales podría no ser la radio más adecuada para terreno montañoso tal y como refleja la muestra de resultados a esta



pregunta.

¿Considera adecuado el empleo de la HARRIS por parte de las unidades de montaña?

55 respuestas

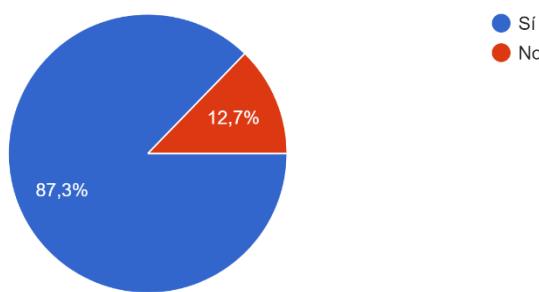


Figura 19: Pregunta 3 (elaboración propia).

En la Figura 19 se puede observar que los resultados a la pregunta sobre la idoneidad del uso de la Harris por parte de las unidades de montaña reflejan una clara mayoría a favor del uso de esta radio (87,3%). Esto es debido a la capacidad de enlazar a grandes distancias y podría decirse que también cumple con sus funciones a la hora de enlazar y ayudar al mando y control de la unidad. El pequeño porcentaje del 12,7% podría ver debilidades en la radio al no poder enlazar en movimiento y ser una radio que necesita una mayor instrucción para su manejo.

¿Opina que la HARRIS es el medio de transmisiones más adecuado para el medio montañoso?

55 respuestas

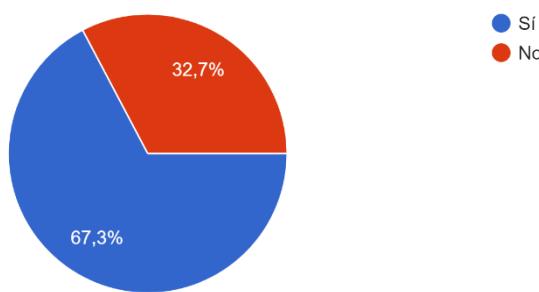


Figura 20: Pregunta 4 (elaboración propia).

En la Pregunta 4 cuyas respuestas están plasmadas en la Figura 20 se plantea si el uso de la Harris es el medio más adecuado para el terreno montañoso. Se puede observar que para un 67,3% de los encuestados es adecuado y para un 32,7% no lo es. Por ello se ha planteado una respuesta abierta y opcional reflejada en la Figura 23 en la cual se pide opinión sobre el medio ideal para estas unidades.



¿Cuál cree que es el medio de transmisiones idóneo para las unidades de montaña?

11 respuestas

Para el enlace con unidades con gran despliegue, harris. Te asegura el enlace. Ademas puede funcionar como VHF, y no tienes que llevar una pr4g si el despliegue no es tan grande y dislocas unidades.

HARRIS

PR4G, Harris, Spearnet y Telefono Satelite

HARRIS modelo pequeño (el que usa el MOE)

Una radio que sea capaz tanto de trabajar en UHF, VHF y HF, como las nuevas versiones de HARRIS que tienen OE,a.

Harris 5800 o spearner

spearnet

Harris 5800 y 7800. Mejor 7800 al ser más pequeña

Figura 21: Pregunta 5 (elaboración propia).

En la Figura 21, se obtienen una serie de aportaciones por parte de los encuestados. Se observa que salen varias radios de las cuales destaca la Harris 7800 que se trata de un modelo con tamaño más reducido y por lo tanto más sencillo de manejar y portar. También salen la Harris 5800 y la PR4G que son los modelos a estudiar. Aparece también el Spearnet, que tiene una distancia en el enlace que la PNR500 y trabaja también en UHF. Sin embargo, para todas estas radios habrá que tener en cuenta las necesidades de la unidad y sobre todo la entidad de la unidad que va a trabajar con ellas. No son las mismas necesidades las que tiene un pelotón, una sección o un a compañía.

4.1.4 Análisis DAFO

Tras la realización de los análisis DAFO que se encuentran en el ANEXO VI se va a proceder a su explicación.

Basándose en el manual de uso interno del ET sobre la PNR500 (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2010) se ha llevado a cabo el siguiente análisis DAFO.

Dentro del apartado de debilidades de la PNR500 hay que destacar las siguientes:

- No se cumple la distancia teórica a la hora de enlazar (500-1000m) y para enlazar hay que estar mucho más pegado. Cuando hay obstáculos naturales se pierde el enlace con gran facilidad.
- En terreno montañoso no hay prácticamente enlace debido a la orografía.
- Su empleo por parte del soldado es incómodo. Esto es porque utiliza un auricular un pulsador, conectados por cable a la radio. Esto dificulta su uso porque el parte. Además, el



uso del auricular en incómodo cuando se usa el casco.

- Esta radio combatiente lleva mucho más equipo y hay riesgo de que se enrede en cualquier lleva mucho tiempo en servicio y con el avance tecnológico actual se ha quedado anticuada.
- Las Amenazas obtenidas en este análisis son las expuestas a continuación:
 - En terreno montañoso hay un elevado riesgo de perder enlace
 - En situación de bajas temperaturas hay un riesgo elevado de descarga de las baterías.
 - La radio no se puede actualizar usando programas informáticos mientras que la tecnología avanza. Por lo tanto, la radio está obsoleta.
- Las Fortalezas halladas son las siguientes:
 - Radio portátil, puede llevarse y usarse en movimiento. Tamaño y peso reducido.
 - Aporta la capacidad de enlazar a nivel escuadra y pelotón.
 - Manejo intuitivo. El manejo de esta radio por parte del usuario no requiere mucha preparación al ser sencilla su configuración.

Dentro del apartado de Oportunidades, no se han apreciado ninguna.

Según el manual de uso interno del ET de la PR4G (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2016) se ha obtenido el siguiente análisis DAFO.

Las Debilidades obtenidas son las siguientes:

- El ET utiliza los modelos V2 y V3 que están actualmente en dotación en las unidades. Estas radios llevan mucho tiempo en servicio y al igual que la PNR500 llega un momento que no pueden actualizarse más.
- En terreno montañoso hay un elevado riesgo de perder enlace puesto que no siempre se puede tener un enlace directo. De ahí que para enlazar entre valles con PR4G muchas veces sea necesario montar un relé. Grosso modo, esto quiere decir que habría que montar una tercera radio en un punto en el que pudiesen enlazar las dos y esta radio pasaría el enlace de una a otra.
- El peso y dimensiones de esta radio son incómodos para utilizar en montaña. A parte del peso del equipo del combatiente habría que añadir el peso de la radio más su incomodidad a la hora de meterla en la mochila.

En cuanto a las Amenazas obtenidas:

- Riesgo alto de perder el enlace en terreno montañoso. Dificultad de enlazar entre valles
- Riesgo de descarga de las baterías debido al frío
- El avance tecnológico pone en riesgo el empleo de esta radio si no sufre actualizaciones. El software que emplea la V3 actualmente está desfasado en comparación con software más actuales.

En el apartado de Fortalezas se han obtenido algunas que se exponen a continuación:

- Radio portátil que puede llevarse sobre en unidades de a pie y vehicular, montada sobre vehículo.
- Su función principal es proporcionar enlace a nivel compañía.



- Se puede utilizar en movimiento al tratarse de una radio portátil.
- Manejo sencillo e intuitivo
- El modelo V3 es el modelo más moderno y actualizado. Posee modo supermux que aporta la capacidad de transmitir voz y datos gracias a la utilización de un software.

También se ha obtenido alguna idea dentro del apartado de Oportunidades:

- Esta radio podría intentar integrarse con el sistema BMS y así trabajar al mismo nivel que la HARRIS.

Según el manual de uso interno del ET sobre la radio HARRIS (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2018) se ha llevado a cabo el siguiente análisis

En primer lugar, las Debilidades obtenidas son:

- Esta radio debido a sus peculiaridades necesita ser montada en estático para su utilización. Necesita una toma de tierra y cuando se monta con la antena dipolo esta deberá estar elevada del suelo normalmente 1 metro.
- El peso y las dimensiones de la 5800 son incómodas para portar a pie tal y como se puede corroborar en el ANEXO VII. La 7800 tiene unas medidas más reducidas.
- La instrucción necesaria para el manejo de esta radio es mucho mayor que para el uso de las anteriores. Radio más compleja de utilizar.

- En segundo lugar, se han obtenido las siguientes Amenazas:

- Pérdida de tiempo y mayor exposición a las amenazas durante el montaje de la estación de radio
- Necesidad de realizar un estudio meticoloso del terreno para establecer la estación de radio y su montaje con la orientación de la antena dipolo.
- Coordinación con las otras unidades a la hora de enlazar si se está en movimiento puesto que es necesario parar para montar y enlazar.

- En tercer lugar, se exponen las Fortalezas:

- La radio enlaza a grandes distancias
- Posee el modo supermux con el cual es capaz de transmitir voz y datos.
- Dispone del sistema BMS empleado para el mando y control. Se pueden enviar fotos y videos en tiempo real.
- Dispone de GPS que va coordinado con el sistema BMS el cual refleja la posición de las unidades.
- Dispone de dos tipos de antena que se podrán usar en función de las necesidades
- En cuarto y último lugar se hayan algunas Oportunidades
- Esta radio tiene la oportunidad de emplearse con sistemas más modernos en cuanto a tecnología.
- El sistema BMS es compatible con otros sistemas de mando y control a nivel OTAN.



4.1.5 Resultados

Tras realizar las entrevistas, la práctica con la Harris, realizar encuestas, acudir a explicaciones, escuchar las diferentes opiniones en el día a día del personal de la unidad y obtener unos análisis DAFO, se procederá a exponer los resultados del estudio.

Como se ha expuesto a lo largo del trabajo, las unidades de montaña trabajan en un ámbito más complicado que el resto de unidades convencionales debido al terreno y a la climatología. Estos dos aspectos traen consigo una serie de problemas que han sido expuestos a lo largo del trabajo.

Para la obtención de resultados se han apoyado en los métodos expuestos al principio del trabajo y sobre todo en la experiencia de trabajar durante mes y medio en el RICZM "Galicia 64".

4.1.6 Interpretación

La interpretación de los resultados de PNR500 es la siguiente:

- Medio demasiado antiguo que ha quedado obsoleto debido a los avances globales de la tecnología.
- El frío afecta a las baterías reduciendo su autonomía
- Poca capacidad para mantener un enlace con garantías. Se pierde el enlace con gran facilidad si hay obstáculos naturales o directamente no llega a enlazar
- Es una radio intuitiva que sirve para mantener el enlace a nivel pelotón
- Incomodidad de su uso con el casco y equipo de combate puesto e incómodo para moverse al tener que llevar el cable agarrado al cuerpo tener y que mantener el pulsador a mano para poder hablar.

La interpretación de los resultados de la PR4G es:

- Radio portátil suficiente para mantener el enlace a nivel compañía.
- Demasiado grande y pesada para su uso en montaña. Sus baterías también fallan en ese aspecto al tener que llevar más baterías de repuesto. Incómoda para llevar a pie debido a su peso y dimensiones.
- Reducción de la autonomía de las baterías por el frío
- Pérdida de enlace por culpa del terreno montañoso en algunas zonas. Necesidad de establecer relé para enlazar entre valles.
- Radio intuitiva
- Antigüedad de la radio que provoca que se quede atrás debido a los avances tecnológicos. El modelo V3 posee un software que actualmente está desfasado.
- La interpretación de los resultados del análisis de la HARRIS 5800 son:
 - Proporciona enlace a grandes distancias siendo poco afectada por los obstáculos del terreno.
 - Se tendrá en cuenta a la hora de establecer el enlace la climatología y la hora a la que se intente enlazar debido a que las frecuencias cambian a lo largo del día y dependiendo del tiempo.
 - Se trata de una radio portable que hay que usar en estático. De ahí que haya una mayor exposición a las amenazas durante el montaje de la estación.



- Demasiado grande y pesada para su uso en montaña. Convendría más emplear la 7800 al disponer de capacidades similares y tener un peso y un tamaño más reducido.
- Descarga de las baterías por el frío
- Uso del sistema BMS y modo supermux capaces de transmitir voz, datos, imágenes y videos.
- Necesidad de más instrucción para el manejo de la radio al ser más compleja
- Radio de gran alcance que puede usar dos tipos de antena que se emplearán en función de las necesidades.

4.2 ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Tras el análisis y la obtención de los resultados se procederá a proponer una serie de acciones para sacar partido a los medios disponibles.

Como ya se ha observado durante el trabajo, el frío afecta a la duración de las baterías y esto provoca que sea necesario llevar más baterías con el consecuente aumento de peso. Por lo tanto, se podría estudiar diseñar unas baterías de menor peso y que ocupasen menos espacio. También sería de gran utilidad llevar baterías recargables que se pudiesen recargar en alta montaña. Esto sería una opción más complicada ya que el sol es una fuente de energía que no siempre es accesible en la alta montaña debido a las unidades climatológicas.

En cuanto a la PNR500, se puede observar que no es el medio ideal para el uso en montaña. Esta radio podría sustituirse por otro tipo de radios que cumpliesen la función de enlazar a nivel escuadra y pelotón. Ahora mismo una de las radios que podrían suplir a la PNR500 sería la E- Lynx modelo HandHeld (Figura 22). Esta radio de la marca Elbit Systems podría cumplir con las funciones aportadas por la PNR500 tal y como se puede apreciar analizando las características de la radio que vienen expuestas en la página web de Elbit Systems. Esta radio tiene la capacidad de trabajar en UHF y VHF con lo cual supliría el enlace de la PNR500 que es del tipo UHF. También se trata de una radio de un tamaño reducido que sería sencilla de portar y apta para su uso en terreno abrupto. Además, tiene una característica muy importante pues se trata de una radio hecha por software. Esto significa que se puede ir actualizando a medida que pase el tiempo y mejoren los sistemas de comunicaciones.

Otra alternativa para la PNR500 y que actualmente se emplea en las unidades de manera no oficial son las radios tipo Baofeng. Estas radios trabajan en UHF y se las compran muchas veces en las compañías para suplir a la falta de PNR500 que muchas veces fallan y no hay el número suficiente para suplir las necesidades de las unidades. Esta radio está a un precio asequible en plataformas de compra online y puede suplir perfectamente a la PNR500. Además, se puede cifrar a través de una aplicación, aunque su cifrado sea fácil de descifrar por los equipos de guerra electrónica. Sin embargo, también citar que el cifrado de la PNR500 es muy sencillo de descifrar con los avances actuales en guerra electrónica. Por lo tanto, a lo mejor podría ser eficaz el empleo de las Baofeng en algunas situaciones en instrucción al ser más cómodas y pueden suplir las necesidades de la PNR500.



Figura 22: E-Lynx HH (Elbit Systems Ltd., s..f.).

Para proponer mejoras referidas a la PR4G, las mayores mejoras sería intentar reducir su peso y tamaño debido a que es una radio pesada e incómoda para llevar en terreno montañoso. Habría que buscar un rediseño de esta radio puesto que cumple con sus funciones. Por otro lado, se podrían complementar estas mejoras con el uso de la radio E-Lynx modelo vehicular (Figura 23) puesto que se trata de una radio que emite igual que la PR4G en VHF.



Figura 23: Radio E-Lynx modelo vehicular (Elbit Systems Ltd., s.f.).

Otro tipo de radios a probar son las llamadas radios tácticas Bittium (Figura 24). Estas radios tácticas comenzaron a ser entregadas al ejército finlandés (Defensa.com, 2020), acostumbrado a combate con frío extremo, y son unas radios pensadas para ser usadas en ese ámbito. Este tipo de radios son radios de software al igual que las de Elbit Systems y por lo tanto se pueden actualizar a medida que se produzcan avances tecnológicos. Además, tienen un modelo HandHeld que podría suplir a las necesidades de la PNR500 y una vehicular, que supliría a la PR4G.



Figura 24: Radios tácticas Bittium (Defensa.com, 2020)

En cuanto a la HARRIS 5800, esta radio cumple con sus funciones para enlazar en terreno montañoso. Sin embargo, hay dos problemas bien localizados: el uso estático y su tamaño. Para solucionar el problema del tamaño se podría suplir con el empleo de la HARRIS 7800 que es más reducida y tiene un menor peso. En cuanto a su uso estático, la mejor manera de intentar reducir el tiempo de montaje sería aumentando la instrucción y eligiendo bien el terreno donde montar la estación. Se sugirió por parte de personal de la unidad, que alguna vez se ha hecho el enlace estático sin tener que montar toda la estación. Esta manera sería simplemente sacando el cable de toma de tierra de la mochila, clavarlo al suelo y ya se podría enlazar. Esta opción se cita porque sería interesante buscar una manera de enlazar en movimiento con radios tan potentes como la HARRIS. Por último, citar que lo ideal sería poder contar con la HARRIS 117 ya que es la más potente de todas y puede trabajar en HF, VHF y UHF.

5. CONCLUSIONES

En este apartado se tratarán de aportar las conclusiones de una manera clara, breve y concisa obtenidas del estudio realizado basado en diferentes métodos y fuentes de información. Una de las claves serán las posibles aplicaciones prácticas de las conclusiones obtenidas.

En primer lugar, el terreno montañoso es un ámbito particular con unas condiciones extremadamente duras. Para sobrevivir y combatir en este terreno hace falta cuidar hasta el más minucioso detalle. Desde el equipo que se lleva y lo que pesa hasta la distribución de ese peso a la hora de llevarlo, etc. Por ello una de las conclusiones obtenidas es el tamaño y dimensiones de las radios. Esta idea está relacionada con la PR4G y la Harris 5800. Estas radios tienen un peso excesivo, el cual produce un desgaste físico mayor a la persona que porta el aparato. Asimismo, el tamaño dificulta la colocación de la radio en la mochila siendo necesario una mochila particular, como sucede en el caso de la Harris 5800. Para afrontar estos problemas de manera efectiva sería interesante el empleo de la Harris 7800 y estudiar cómo se podría hacer



un rediseño de la PR4G.

En segundo lugar, la climatología a bajas temperaturas afecta por igual a las baterías de las tres radios estudiadas. Dicha temperatura reduce drásticamente la autonomía de las pilas lo cual afecta directamente al número de baterías que habrá que llevar y a su vez está directamente relacionado con el peso y el espacio citado en el párrafo anterior. Para suplir este problema hay diferentes consejos, como, por ejemplo, llevar las baterías lo más pegado posible al cuerpo para mantenerlas a una temperatura adecuada y tener el material (tanto radios y pilas) lo más aislado posible del frío y la humedad, ya que estos provocan el deterioro de los conectores.

En tercer lugar, los problemas de las radios a la hora de enlazar en terreno montañoso difieren en función del tipo de radioenlace que emplean (HF, UHF y VHF). Como se ha podido observar a lo largo del trabajo la PNR500 es una radio UHF que por los motivos expuestos durante el apartado de análisis y resultados se puede concluir que no es apta para emplear por las unidades de montaña en terreno montañoso y clima frío. En cuanto a la radio PR4G es una radio que enlaza a nivel CIA y que trabaja en VHF. Para conseguir enlace en montaña habría que tener suficiente capacidad para montar relés y además sería conveniente un rediseño para reducir su peso y tamaño tal y como se ha expuesto con antelación. En cuanto a la Harris 5800, esta radio trabaja en HF y tiene un largo alcance a la hora de enlazar. Por ello se trata de una radio conveniente para su uso en montaña. Sin embargo, hay que tener en cuenta ciertas debilidades como el peso y el tamaño, que se podrían suplir con el modelo 5800 o el 117, y la necesidad de su uso en estático.

En definitiva, a raíz del estudio realizado se pueden concluir una serie de ideas. La primera de ellas es que la radio PNR500 no es adecuada para su uso por parte de estas unidades al no ser capaz de suplir las necesidades de este tipo de unidades. En segundo lugar, la radio PR4G sí que cumple con las necesidades para ser empleada por estas unidades, pero con matices como son el peso y el tamaño. En tercer y último lugar se puede concluir que la Radio Harris es actualmente el medio más adecuado para su empleo por parte de estas unidades y que cubre sus necesidades. Sin embargo, habría que intentar analizar cómo reducir sus dimensiones o implementar más eficazmente el modelo Harris 7800.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bittium Corporation (2023). Bittium Corporation. Disponible en: <https://www.bittium.com/> [Consultado: 1-10- 2023].
- Defensa.com (2020). Comienzan a entregarse las radios tácticas Bittium Tough SDR Handheld a las Fuerzas Armadas de Finlandia-noticia defensa.com - Noticias Defensa defensa.com OTAN y Europa. [online] Defensa.com. Disponible en: <https://www.defensa.com/otan-y-europa/comienzan-entregarse-radios-tacticas-bittium-tough-sdr-handheld> [Consultado: 28-10-2023].
- Díez Cámara, O. (2023). "El blindado 4x4 Serval puesto a prueba en montaña por el Ejército de Tierra francés". Defensa.com. Disponible en: <https://www.defensa.com/otan-y-europa/blindado-4x4-serval-puesto-prueba-montana-ejercito-tierra> [Consultado: 20-09-2023].
- Díez Cámara, O. (2023) "“Infierno blanco” 2023, adiestramiento del Mando de Tropas de Montaña del Ejército de Tierra". Defensa.com. Disponible en: <https://www.defensa.com/espana/infierno-blanco-2023-adiestramiento-mando-tropas-montana-tierra> [Consultado: 25-09-2023].
- El territorio y el hombre. (s.f.). Ministerio de Transición Ecológica. Política- forestal. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/politica-forestal/06_pirineo_aragones_02_tcm30-90111.pdf [Consultado: 25-09-2023].
- Elbit System Ltd. (2023). Elbit System. Disponible en: <https://elbitsystems.com/> [Consultado: 15-10-2023].
- Ejército de Tierra (2021). Ministerio de Defensa. Disponible en: <https://ejercito.defensa.gob.es/> [Consultado: 25-10-2023].
- Fmuser. (2014). "¿Qué es radio HF / VHF / UHF?". Fmuser. 20 de mayo. Disponible en: <https://es.fmuser.net/news/2014-5-20/1016.html> [Consultado: 20-09-2023].
- HARRIS (2011). "Radio de mochila multibanda RF-7800M-MP. Manual de operación". HARRIS.10515-0334-4201. pp. 321.
- HARRIS Corporation's RF-5800H-MP FALCON® II manpack is the most advanced, upgradeable. Harris (s.f.). Disponible en: <http://www.railce.com/cw/casc/harris/harris.htm>. [Consultado: 25-10-2023].
- Iberdrola (2023). Las baterías de ion de Litio fundamentales para el almacenamiento de la energía. Disponible en: <https://www.iberdrola.com/innovacion/baterias-ion-litio> [Consultado: 29-09-2023].
- ICOM France s.a.s, (s.f). "VHF or UHF radio". Disponible en: <https://www.icom-france.com/en/catalogue/vhf-or-uhf-radio.php>. [Consultado: 25-09-2023].
- «LA MONTAÑA NOS UNE». (2018). Revista de Tropas de Montaña. Volumen 001 (2018).



López, T. (2016). "Ondas de radio". Cuaderno de cultura científica. 23 de agosto. Disponible en: <https://culturacientifica.com/2016/08/23/ondas-de-radio/> [Consultado: 15-09-2023].

Mando de Adiestramiento y Doctrina (2010). Radioteléfono ligero PNR-500.MI4-901.

Mando de Adiestramiento y Doctrina (2016). Radioteléfono PR4G-V3. MI-500.

Mando de Adiestramiento y Doctrina (2018). Radio HF HARRIS RF-5800-H. MI-506.

Martínez Barrio, G. (2022). Estudios relacionados con los equipos de transmisiones más idóneos para el empleo en terreno montañoso y clima frío para un Batallón de Cazadores de Montaña y sus Subunidades. Trabajo de Fin de Grado. Universidad de Zaragoza.

Ministerio de Defensa (2023). Organización del Ejército de Tierra. Disponible en: <https://ejercito.defensa.gob.es/estructura/> [Consultado: 15-09-2023].

Moreno Bardavío, J. (2018). "Instrucción técnica en montaña Ejército Español". Revista de Tropas de Montaña, volumen, pp. 22-25

Productos de Radios Tácticas RADIO DE MOCHILA MULTIBANDA RF-7800M-MP. (s.f.). Disponible en: <https://premier.harris.com/rfcomm>. [Consultado: 01-10-2023].

Revista Tropas de montaña. Disponible en: <https://publicaciones.defensa.gob.es/catalogsearch/result/?cat=4&q=tropas+de+monta%C3%B1a> [Consultado: 10-09-2023].

Sword, M. (2023). "Arctic Warfare Heats Up: Unique Division Specializes In Cold-Weather Operations". Army. Disponible en: <https://wwwausa.org/articles/arctic-warfare-heats-unique-division-specializes-cold-weather-operations> [Consultado: 25-09-2023].

Temario Oposición Ascenso a Cabo. (2019). Dirección de enseñanza. Disponible en: <https://umtespana.es/wp-content/uploads/2020/07/TEMARIO-OPOSICION-ASCENSO-A-CABO-JUN19.pdf>

Vaquerizo Rodríguez, F.D. (2023). Del combate en montaña, ¿Una capacidad prescindible? (I). Ejército de Tierra Español. 983, p.66. Disponible en: https://publicaciones.defensa.gob.es/media/downloadable/files/links/r/e/revista_ejercito_983.pdf [Consultado: 10-10-2023].



7. ANEXOS

Anexo I

1. Nombre, empleo y puesto que ocupa en la unidad
2. ¿Cuál es su relación con los medios a estudiar?
3. ¿Para qué los emplean?
4. ¿Cuáles las ventajas de los medios y las facilidades de su uso? ¿Fortalezas? (HARRIS117 y 5800, PR4G, PNR500)
5. ¿Qué efectos produce el frío en dichos medios?
6. ¿Qué efectos produce el terreno montañoso sobre los medios a estudiar? ¿Debilidades?
7. ¿Sugerencias? (mejoras en el mantenimiento, utilización, manejo).



Anexo II

Fusil de asalto HK G36E. Fusil automático de asalto muy apto para el ataque y defensa próxima y para el combate cuerpo a cuerpo

Fabricante	Heckler & Koch (Alemania)
Calibre	5,56x45 mm (.223)
Peso	3,6 Kg
Alcance Máximo	1.200 m
Alcance Eficaz	480 m
Velocidad Inicial	920 m/s
Cadencia de Tiro	750 disparos/min



fusil HK

Figura 25: HK G-36. (Ejército de Tierra, 2021)

Fusil de Precision Accuracy AW. Arma de gran precisión de fabricación Británica, para empleo de Tiradores de Elite.

Fabricante	Accuracy International Ltd. (Gran Bretaña)
Calibre	7,62X51 mm (.308)
Peso	6,1 Kg
Alcance Máximo	1.000 m
Alcance Eficaz	600 m
Velocidad Inicial	850 m/s
Cadencia de Tiro	Mecanismo de Cerrojo



Accuracy AW

Figura 26: Accuracy AW. (Ejército de Tierra, 2021)

Fusil de Precisión Barret. Arma de Gran Alcance y Precisión, para empleo contra blancos protegidos.

Fabricante	Barret Firearms (EE.UU)
Calibre	12,70X99 mm (.50 Browning)
Peso	10 Kg
Alcance Máximo	6.800 m
Alcance Eficaz	1.850 m
Velocidad Inicial	853 m/s
Cadencia de Tiro	Accionamiento por Cerrojo



Fusil Barret

Figura 27: Barret. (Ejército de Tierra, 2021)



LAG 40. Lanzagranadas automático de baja cadencia y buena precisión de tiro. Apoya por el fuego el movimiento de las Secciones de Fusiles.

Fabricante	E.N. Santa Barbara (España)
Calibre	40 mm
Peso	55,5 Kg (Arma+Tripode)
Alcance Eficaz	1.500 m
Velocidad Inicial	240 m/s
Cadencia de Tiro	215 disparos/min
Perforación en Blindaje	50 mm en Chapa de Blindaje Homogéneo



LAG 40

Figura 28: LAG 40. (Ejército de Tierra, 2021)

MG

MODELO:	MG-42
Calibre:	7,92 mm
Munición:	7,92x57 mm
Alcance efectivo:	1.000 m
Peso:	11,57 kg
Longitud:	1.220 mm
Longitud del cañón:	533 mm
Cadencia de tiro:	1.600 - 1.700 balas/min



MG-42

Figura 29: MG 42. (Ejército de Tierra, 2021)

Ametralladora Ligera MG-4

Fabricante	Heckler & Koch (Alemania)
Calibre	5,56x45 mm (.223)
Peso	7,9 Kg
Alcance Máximo	4.000 m
Alcance Eficaz	1.000 m
Velocidad Inicial	875 m/s
Cadencia de Tiro	850-900 disparos/min



Ametralladora MG-4

Figura 30: MG-4. (Ejército de Tierra, 2021)



LG C-90

FABRICADO	INSTALAZA (España)
CALIBRE	90 mm
PESO TOTAL	6 kg
DIRECCION TIRO	Día/noche
ALCANCE EFECTIVO	700 m
OBSERVACIONES	Los diferentes modelos se diferencian por su cabeza de combate: el C90-CR (M3) y el C90-CR-RB (M3) están dotados con cabezas de carga hueca, con penetraciones en acero de 400 mm y 480 mm respectivamente. El alcance efectivo es de 300 m.



Figura 31: LG C-90. (Ejército de Tierra, 2021)

LG 100 Alcotán

FABRICADO	INSTALAZA (España)
CALIBRE	100 mm
ALIMENTACION	15 Cartuchos
PESO TOTAL	14 kg
DIRECCION TIRO	Día/noche
ALCANCE EFECTIVO	600 m
MUNICION	DESECHABLE 100 mm
OBSERVACIONES	Es un arma ligera, disparable desde el hombro, con un alcance de 600 m, y capaz de batir blancos, desde carros de combate con los blindajes más modernos incluyendo ERA, hasta búnkeres, edificios y fortificaciones de fortuna



Figura 32: LG 100. (Ejército de Tierra, 2021)



Pistola HK

FABRICACIÓN	Heckler & Koch (Alemania)
CALIBRE	9 mm x 19 Parabellum
PESO TOTAL	770 gramos
LONGITUD TOTAL	195 mm
FUNCIONAMIENTO	Semiautomática/doble acción
OBSERVACIONES	Armazón de polímero reforzado con fibras y permite el uso ambidextro



Figura 33: Pistola HK. (Ejército de Tierra, 2021)



Mortero Medio Largo de 81 mm. Arma de Avancarga, ánima lisa, de facil asentamiento y rápida entrada en posición. Muy apropiada para fuego de hostigamiento y apoyo

Fabricante	Expal (España)
Calibre	81 mm
Peso	49,81 Kg
Alcance Máximo	6.700 m
Ordenada Máxima	3.824 m
Velocidad Inicial	hasta 330 m/s (carga 6)
Cadencia de Tiro	15 disparos/min



Mortero ML 81

Figura 34: Mortero 81mm. (Ejército de Tierra, 2021)

Misil Spike

FABRICADO	Gdels y Tecnabit
LONGITUD	114 cm
PESO TOTAL	27 Kg
DIRECCION TIRO	Dia/noche
ALCANCE EFECTIVO	220m a 4000m
OBSERVACIONES	Dos cabezas de guerra en tandem, activadas de forma secuencial, puede penetrar sistemas de Blindaje Reactivo (ERA) y lograr capacidades de destrucción excepcionalmente altas



Figura 35: Spike. (Ejército de Tierra, 2021)



VAMTAC. Vehículo de Alta Movilidad Táctica. Vehículo Multiuso, con gran versatilidad, fiabilidad y capacidad de carga

Fabricante	Urovesa (España)
Velocidad Maxima	130 km/h
Autonomía	600 km
Capacidad de Vadeo	0,75 m (sin preparación)
Pendiente Lateral	40%
Pendiente Vertical	70%
Peso en Vacío	3.500 Kg



VAMTAC

Figura 36: Vamtac. (Ejército de Tierra, 2021)

TOM BV 206 S. Transporte Oruga de Montaña Blindado. Vehículo Oruga con tracción a las cuatro cadenas y carrocería de acero de blindaje soldado, muy apto para terreno abrupto

Fabricante	Hägglunds Vehicle AB (Suecia)
Velocidad Maxima	52 km/h
Autonomía	115 km
Capacidad de Vadeo	1 m (sin preparación)
Navegación	a 4 km/h con preparación (flotadores)
Pendiente Vertical	60% (30% en nieve)
Peso en Combate	7.000 Kg



TOM BV 206 S

Figura 37: TOM. (Ejército de Tierra, 2021)



Materiales Específicos de Montaña

Materiales Específicos de Montaña	La Jefatura de Tropas de Montaña, como única Gran Unidad del Ejército de Tierra que está especialmente organizada y adiestrada para la vida, el movimiento y el combate en terrenos montañosos y ambientes extremadamente fríos, está equipada con un material específico que cumple con las características necesarias para el cumplimiento de su misión.	 Material Especial
Material Complementario para Unidades de Montaña	Que permite vivir, moverse y combatir en terreno de media y alta montaña, en todo tiempo sin aplicación de técnicas específicas de progresión (esquí y escalada) y en condiciones meteorológicas de temperatura, humedad y radiación solar contenidas en la categoría climática C-2 Frío (40° a -30°).	

Figura 39: Materiales específicos de montaña. (Ejército de Tierra, 2021)

Material Complementario para Unidades de Esquiadores-Escaladores	Que permite aplicar técnicas específicas de esquí y escalada que posibiliten la progresión y el franqueamiento de obstáculos en terreno de media y alta montaña, cubierto de nieve, en cualquier época del año.
Material Complementario para Unidades de Reconocimiento	Que permite la progresión y superación de obstáculos que exijan el empleo de técnicas de escalada en roca o hielo/nieve dura, de alta dificultad e incrementar las capacidades de supervivencia en condiciones de frío C-2.

Figura 38: Materiales específicos de montaña. (Ejército de Tierra, 2021)



ANEXO III

HARRIS 117

GAMA DE FRECUENCIA	MULTIMISION 30 MHz a 2 GHz
TIPO DE RADIO	MULTIBANDA VHF/UHF
TIPOS DE ONDA	VARIABLE
POTENCIA TRANSMISION	10 VATIOS VHF/UHF 20 VATIOS SATELITE
MODOS DE TRABAJO	PORTATIL VEHICULAR
OTROS	Enlace tierra-aire (como una HAVEQUICK) y en los enlaces satélite táctico de USA (TACSAT).



Figura 40: HARRIS 117. (Ejército de Tierra, 2021)

HARRIS 5800

GAMA DE FRECUENCIA	MULTIMISION 30 MHz a 2 GHz
TIPO DE RADIO	MULTIBANDA HF/VHF
TIPOS DE ONDA	VARIABLE
POTENCIA TRANSMISION	150 /400 W
MODOS DE TRABAJO	PORTATIL VEHICULAR
OTROS	Encriptación, sintonización automática de antena, establecimiento automático de enlace (ALE), receptor GPS incorporado, interfaz intuitivo, KDU (Teclado y pantalla de Control)



Figura 41: HARRIS 5800. (Ejército de Tierra, 2021)



PNR 500

GAMA DE FRECUENCIA	MULTIMISION 30 MHz a 2 GHz
TIPO DE RADIO	UHF(VOZ/DATOS)
ALCANCE	500 A 1000 metros
AUNTONOMIA	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).



Figura 42: PNR500. (Ejército de Tierra, 2021)



Radioteléfono PR4G

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



Figura 43: PR4G. (Ejército de Tierra, 2021)

SPEARNET

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.



Figura 44: SPEARNET. (Ejército de Tierra, 2021)



THALES

GAMA DE FRECUENCIA	MULTIMISION 30 MHz a 2 GHz
SALTO FRECUENCIA	SI
FRECUENCIA FIJA	SI
CODIFICACION	SI
TIPO DE RADIO	SEMI DUPLEX HF
ALCANCE	3000 METROS
AUNTONOMIA	12 HORAS
POTENCIA TRANSMISION	125/400 W
MODOS DE TRABAJO	PORTATIL VEHICULAR
GPS	SI
OTROS	Software telecargable que cubre de 1,5 MHz a 30 MHz en pasos de 100 Hz. La radio se ha diseñado para enlazar continuamente con las redes de mensajes PR4G VHF usando enrutadores IP como parte integral.



Figura 45: THALES. (Ejército de Tierra, 2021)



ANEXO IV

Tabla 2: Vida útil de la Batería. (Dirección de Enseñanza, 2019).

Tabla 2-2. Vida Útil Típica de la Batería (BA-5590)

Condiciones de la Radio	Vida Útil de la Batería (Horas)
Línea de Vista de VHF/UHF (VULOS), CT, 10 vatios, 6:3:1 Reserva/RX/TX	11
ANW2, 5 vatios	10
QUICKLOOK, 5 vatios	10
ROVER, 5 vatios	10



ANEXO V

ENTREVISTA 1

1. **Nombre, empleo y puesto que ocupa en la unidad**
Teniente D francisco de Asís Pérez del Águila. Jefe de la III sección de la 1 CIA.
2. **¿Cuál es su relación con los medios a estudiar?**
Encargado de transmisiones de la 1 CIA
3. **¿Para qué los emplean?**
Para facilitar el mando y control de la unidad.
4. **¿Cuáles las ventajas de los medios y las facilidades de su uso? ¿Fortalezas? (HARRIS117 y 5800, PR4G, PNR500)**
PR4G: Buena autonomía, fácil empleo y en configuración vehicular (sobre vehículo) tiene alcance en el enlace.
PNR500: portabilidad(tamaño), facilidad en el manejo (radio intuitiva) y alta distribución (puede llevarla mucha gente).
5. **¿Qué efectos produce el frío en dichos medios?**
PR4G: aguanta bien a temperaturas de frío normal al tratarse de una batería de litio.
PNR500: aguanta bien a temperaturas de frío normal: el frío extremo reduce su autonomía.
6. **¿Qué efectos produce el terreno montañoso sobre los medios a estudiar? ¿Debilidades?**
Ambas usan enlace directo. Por lo tanto, el terreno montañoso impide el enlace directo.
PNR500: No está diseñada para ser empleada en terreno montañoso.
7. **¿Sugerencias de mejora? (mejoras en el mantenimiento, utilización, manejo...).**
Sustituir la PR4G por las Harris en las compañías de fusiles.

ENTREVISTA 2

1. **Nombre, empleo y puesto que ocupa en la unidad.**
Teniente D Santiago Arias González. Jefe de la II sección de la 1 CIA.
2. **¿Cuál es su relación con los medios a estudiar?**
Usuario.
3. **¿Para qué los emplean?**
Para ejercer el mando y control de la unidad.
4. **¿Cuáles las ventajas de los medios y las facilidades de su uso? ¿Fortalezas? (HARRIS117 y 5800, PR4G, PNR500)**
PNR500: Facilita el enlace a nivel escuadra y pelotón
PR4G: Permite el enlace en movimiento y enlazar a distancias de nivel compañía
HARRIS: Gran alcance para el enlace y es el menos afectado por la orografía
5. **¿Qué efectos produce el frío en dichos medios?**
El frío provoca que se descarguen las baterías en todas ellas.
6. **¿Qué efectos produce el terreno montañoso sobre los medios a estudiar? ¿Debilidades?**
PNR500: Tamaño excesivamente grande para ser una UHF, necesidad de uso de auricular y pinganillo, perdida de enlace debido a los obstáculos sencillos del terreno (edificios, vaguadas...).
PR4G: Hay que tener un mayor control de las baterías por el frío y se ve más fácilmente afectada por el terreno debido al enlace directo.
HARRIS: Necesidad de uso en estático y montaje. No se puede enlazar en movimiento. Se ve afectada por las condiciones climatológicas (lluvia, nevadas)
7. **¿Sugerencias? (mejoras en el mantenimiento, utilización, manejo...).**
Implementación de radios tipo SPEARNET y el uso del sistema ATAK para mando y control.



ENTREVISTA 3

1. **Nombre, empleo y puesto que ocupa en la unidad**
Sargento D. Jesús Moreno Gómez. Jefe de pelotón de la I sección de la I CIA.
2. **¿Cuál es su relación con los medios a estudiar?**
Usuario.
3. **¿Para qué los emplean?**
Para el mando y control.
4. **¿Cuáles las ventajas de los medios y las facilidades de su uso? ¿Fortalezas?**
(HARRIS117 y 5800, PR4G, PNR500)
PNR500: No ocupa mucho espacio.
PR4G: Fácil manejo
HARRIS: Enlace con el escalón superior a larga distancia. Mantenimiento relativo del enlace en terreno montañoso.
5. **¿Qué efectos produce el frío en dichos medios?**
Reducción de la autonomía de las baterías, problemas con los cambios bruscos de temperatura (pueden estropear la radio) y problemas de aislamiento.
6. **¿Qué efectos produce el terreno montañoso sobre los medios a estudiar?**
¿Debilidades?
PNR500: no tiene enlace en terreno montañoso.
PR4G: Pérdida de enlace por la orografía.
HARRIS: Vulnerabilidad a la hora de tener que parar para establecer enlace. Dificultad en el montaje de la antena de la HARRIS en determinados sitios. Saber orientar la antena debido a la orografía de alrededor.
7. **¿Sugerencias? (mejoras en el mantenimiento, utilización, manejo).**
Empleo de medios HF, más capacidad de las baterías y mantenimiento más meticuloso.

ENTREVISTA 4

1. **Nombre, empleo y puesto que ocupa en la unidad**
Cabo D Ángel Regodón Domínguez. Jefe de equipo relé.
2. **¿Cuál es su relación con los medios a estudiar?**
Jefe de equipo relé.
3. **¿Para qué los emplean?**
Se utilizan para enlazar y trasmisir información y datos entre el mando y las unidades subordinadas. A nivel montaña se utiliza la HARRIS a la hora de establecer el enlace.
4. **¿Cuáles las ventajas de los medios y las facilidades de su uso? ¿Fortalezas?**
(HARRIS117 y 5800, PR4G, PNR500)
PNR500: fácil transporte a nivel pelotón. Enlace dentro del peloton
PR4G: Uso en movimiento en corto/medio alcance y buena funcionalidad con el BMS
*BMS (Programa de control de posicionamiento, mensajería propia, coordinar las líneas de avance. Programa de mando y control)
HARRIS: Frecuencia HF. Alcance. Capacidad de salvar obstáculos. Tactical chat (envío de fotos)
5. **¿Qué efectos produce el frío en dichos medios?**
Acorza las baterías.
6. **¿Qué efectos produce el terreno montañoso sobre los medios a estudiar?**
¿Debilidades?
PNR500: desfasada.



PR4G: Necesidad de relé en montaña debido a los problemas de enlace por la orografía.

HARRIS: Estática (necesidad de estar parado para su uso)

7. [¿Sugerencias? \(mejoras en el mantenimiento, utilización, manejo\).](#)

Implementar BMS y para ello aumentar radios supermux (capacidad de emitir datos y voz). Aumentar la configuración portátil de la radio y por lo tanto más pilas. Por último aumentar la instrucción e interés en los medios de transmisiones.

ENTREVISTA 5

1. [Nombre, empleo y puesto que ocupa en la unidad](#)

Sargento primero D. Víctor Marín Barbero

2. [¿Cuál es su relación con los medios a estudiar?](#)

Miembro de Equipo de Apoyo a CIS (EDACIS)

3. [¿Para qué los emplean?](#)

Administra los medios de transmisiones para que el jefe tenga el mando y control de su unidad.

4. [¿Cuáles las ventajas de los medios y las facilidades de su uso? ¿Fortalezas?](#)

(HARRIS117 y 5800, PR4G, PNR500)

HARRIS 5800/7800: Enlace a grandes distancias en terreno montañoso.

PR4G: Mayor ancho de banda que medios HF

PNR500: Mayor ancho de banda que PR4G. Muy portable.

5. [¿Qué efectos produce el frío en dichos medios?](#)

Disminuye el rendimiento de los equipos y provoca el deterioro de los conectores.

6. [¿Qué efectos produce el terreno montañoso sobre los medios a estudiar?](#)

[¿Debilidades?](#)

A nivel general provoca dificultades a la hora de establecer enlace

7. [¿Sugerencias? \(mejoras en el mantenimiento, utilización, manejo\).](#)

Mayor instrucción en primer escalón. Sustitución PNR500 y PR4G por E- Lynx. Utiliza VHF y UHF. Modelo estilo walkie (HH) y modelo vehicular para sustituir PR4G. Lo ideal sería la Harris 117 al tener HF, VHF y UHF. Tamaño similar a la 7800.



ANEXO VI

ANÁLISIS DAFO PNR500

Tabla 3: Análisis DAFO PNR500. (elaboración propia)

DEBILIDADES	AMENAZAS
Poca distancia en el enlace. Falla cuando hay obstáculos naturales. Medio no compatible con la montaña debido a la orografía Incomodidad en el uso debido al uso de auricular y micrófono Antigüedad (mucho tiempo en servicio)	Riesgo alto de perder enlace Riesgo de descarga de las baterías debido al frío No tiene capacidad para actualizaciones
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Radio portátil Facilita el enlace a nivel escuadra y pelotón Manejo intuitivo	

ANÁLISIS DAFO PR4G

Tabla 4: Análisis DAFO PR4G. (elaboración propia)

DEBILIDADES	AMENAZAS
Antigüedad Enlace directo. Peso y dimensiones	Riesgo alto de perder al tratarse de enlace directo. No válida para enlazar entre valles. Riesgo de descarga de las baterías debido al frío Avance tecnológico
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Radio portátil y vehicular Facilita el enlace a nivel CIA Uso en movimiento Manejo intuitivo Dependiendo del modelo tiene modo supermux	En vistas a futuro podría integrarse con BMS al igual que la HARRIS

ANÁLISIS DAFO HARRIS



Tabla 5: Análisis DAFO HARRIS 5800. (elaboración propia)

DEBILIDADES	AMENAZAS
Necesidad de uso en estático Peso y dimensiones Se necesita más instrucción para su correcto manejo	Pérdida de tiempo en montar la estación con el riesgo de estar más expuesto a la hora de usar la radio. Estudio meticoloso del terreno a la hora de montar la estación Fallos de coordinación con otras unidades
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Modo supermux Gran alcance Uso del sistema BMS Dos tipos de antena GPS	Utilización conjunta con sistemas más modernos BMS es compatible con otros sistemas OTAN



ANEXO VII

Tabla 6: Características HARRIS. (HARRIS, RAILCE. s.f.)

Especificación

General	Especificación
Rango de frecuencia	De 1,6 a 59,999 MHz
Ajustes preestablecidos de red	75, totalmente programable
Estabilidad de frecuencia	$\pm 1 \times 10^{-6}$
Modos de emisión	J3E (banda lateral simple, superior o telefonía de portadora inferior y suprimida) H3E (AM simple compatible banda lateral más portadora completa) A1A, J2A (CW compatible), seleccionable; F3E (teléfono FM)
Impedancia de entrada/salida de RF	50 ohmios nominales, desequilibrado
Entrada de energía	26 V CC (20,5 a 32 V CC)
Interfaz de datos	Síncrono o asíncrono (RS-232C; MIL-188-114A)
Dimensiones (con estuche de batería)	10,5 W x 3,5 H x 13,2 D pulgadas (26,7 W x 8.1H x 34.3D cm)
Peso de la radio	10,4 kg (7 lb) sin pilas