

Trabajo Fin de Grado

Capacidades y limitaciones del sistema BMS

Autor

CAC. Juan Manuel García Sobrido

Director/es

Director académico: Dra. Dña. María Isabel Fonts Amador
Director militar: Cap. D. Juan Francisco Meneses Cuadrado

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
Año 2017

(Página intencionadamente en blanco)

AGRADECIMIENTOS

En este punto, me gustaría agradecer y reconocer el esfuerzo de todas aquellas personas que de un modo u otro han contribuido a la realización de este trabajo.

Me gustaría agradecer en primer lugar a todos los profesores tanto civiles como militares, gracias a los cuales ha sido posible adquirir todos los conocimientos necesarios, tanto técnicos como en valores inculcados en la Academia General Militar. El hecho de estar ahí para corregir todos cuantos errores he cometido en la etapa de mi formación ha servido para forjar mi carácter como oficial y aportarme un poco más de experiencia.

En segundo lugar, me gustaría agradecer el esfuerzo realizado por parte de mis dos directores, tanto militar como civil. Al Capitán D. Juan Francisco Meneses Cuadrado, agradecerle el hecho de abrirme las puertas de su compañía e integrarme desde el primer momento en ella y el mantener esa disposición constante para cualquier duda que me surgiese en cuanto a las PEXT o TFG. A la Dra. Dña. María Isabel Fonts Amador, agradecerle el haberme ayudado mediante el seguimiento continuo del trabajo y haberme asesorado en todos aquellos aspectos referentes a este.

En tercer lugar, me gustaría agradecer de una manera especial a la Bandera de Cuartel General de la Legión y en especial a la Compañía de Transmisiones el haberme ayudado y aceptado como uno más desde el primer momento. Gracias a vosotros mi labor en este período ha sido mucho más fácil y llevadera.

Finalmente, me gustaría agradecerle a mi familia y amigos el haber estado constantemente apoyándome en todo momento, sin vosotros nada de esto habría sido posible.

Capacidades y Limitaciones del Sistema BMS

(Página intencionadamente en blanco)

Capacidades y Limitaciones del Sistema BMS

RESUMEN

En este trabajo se ha llevado a cabo el estudio de las diferentes capacidades y limitaciones que el Sistema de Control y Seguimiento del Campo de Batalla, *Battlefield Management System* (BMS) posee. Para ello, se ha realizado una recopilación de información del sistema en general, mediante los métodos *Focus Group* y Delphi, con la finalidad de ofrecer una respuesta a los diferentes problemas que este sistema presenta a la hora de su integración dentro de las pequeñas unidades (PU) del Ejército de Tierra. Además, se han realizado pruebas prácticas de los diferentes elementos del sistema con el objetivo de averiguar las principales limitaciones que este ofrece.

Para finalizar en este trabajo se plantean posibles soluciones a las diferentes limitaciones que el sistema posee hoy en día en las PU del Ejército de Tierra.

ABSTRACT

This work studies the different capabilities and limitations of *Battlefield Management System* (BMS). To reach this objective a revision of this system based on technical information about the system using *Focus Group* and Delphi methods was carried out. The main goal of this study is to propose solutions for the different problems arose in small units. Furthermore, a technical study was made including a group of laboratory exercises with the objective of knowing the main limitations of the system.

Through this work, different possible solutions for the main limitations that the system have been proposed.

Capacidades y Limitaciones del Sistema BMS

(Página intencionadamente en blanco)

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN	III
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VI
LISTA DE ACRÓNIMOS	VII
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Contexto y justificación del trabajo.....	1
1.2 Objetivos y alcance del trabajo.....	1
1.3 Estructura de la memoria	2
1.4 Marco del trabajo.....	2
2 ESTADO DEL ARTE	3
2.1 BMS de Brigada de Infantería Ligera.....	3
2.1.1 FFT	3
2.1.2 GESCOM.....	3
2.2 BMS-LINCE	4
2.3 BMS-ET.....	5
3 METODOLOGÍA	6
3.1 <i>Focus Group</i>	6
3.2 Método Delphi.....	7
3.3 Prácticas de Funcionamiento.....	8
4 ANÁLISIS DEL SISTEMA	9
4.1 Resultados del <i>Focus Group</i>	9
4.2 Resultados método Delphi	10
4.2.1 Resultados y análisis primera ronda de encuestas.....	10
4.2.2 Resultados y análisis segunda ronda de encuestas.....	15
5 ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO	20
5.1 Materiales y Herramientas.....	20
5.2 Pruebas de Conectividad del Sistema.....	20
5.3 Pruebas de Distancia	23
5.3.1 Pruebas Punto a Punto.....	24
5.3.2 Pruebas de varios usuarios	25
6 CONCLUSIONES, TRABAJOS FUTUROS Y VALORACIÓN PERSONAL	27
6.1 Conclusiones.....	27
6.2 Líneas Futuras de Trabajo.....	27
6.3 Valoración Personal	27
BIBLIOGRAFÍA	29
ANEXO A: RESUMEN DE ACTIVIDADES Y DIAGRAMA DE GANTT	33
ANEXO B: GUIÓN FOCUS GROUP	35
ANEXO C: MODELO DE ENCUESTA 1	37
ANEXO D: MODELO DE ENCUESTA 2.....	41
ANEXO E: RESULTADOS ENCUESTA 1	46
ANEXO F: RESULTADOS ENCUESTA 2	50

Capacidades y Limitaciones del Sistema BMS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Programa GESCOM.....	4
Ilustración 2. Mapa de situación BMS-Lince.....	5
Ilustración 3. Gráfico de Fiabilidad.....	11
Ilustración 4. Gráfico valorativo de Arquitectura del Sistema.....	12
Ilustración 5. Vista en planta estación PCBON sobre VAMTAC.....	13
Ilustración 6. Gráfico de valoraciones estación PCBON.....	13
Ilustración 7. Gráfico de valoraciones Comunicación e Integración del sistema.	14
Ilustración 8. Gráfico valorativo del apartado Formación.....	14
Ilustración 9. Gráfico de distribución radial con la moda de los resultados.....	15
Ilustración 10. Gráficos de arquitectura del sistema.	16
Ilustración 11. Opciones de sustitución en la arquitectura de red.....	16
Ilustración 12. Sistema Operativo y Licencias BMS.....	17
Ilustración 13. Integración del Sistema.....	18
Ilustración 14. Diseño de la estación PCBON. Dotación de Medios.....	18
Ilustración 15. Formación Sistema BMS.....	19
Ilustración 16. Esquema de conexión. Pruebas de Conectividad.....	21
Ilustración 17. PING entre Usuario y PR4G V3 de la misma LAN.....	22
Ilustración 18. PING entre usuario y PR4G V3 de LAN opuesta.....	22
Ilustración 19. Envío mensaje GESCOM.....	23
Ilustración 20. Recepción mensaje GESCOM.....	23
Ilustración 21. Esquema Conexión de varios usuarios.....	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados Pruebas Punto a Punto.....	24
Tabla 2. Resultados Pruebas de Varios Usuarios.....	25

Capacidades y Limitaciones del Sistema BMS

LISTA DE ACRÓNIMOS

AGM	Academia General Militar.
BIL	Batallón de Infantería Ligera.
BMS	Sistema de Control y Seguimiento del Campo de Batalla, <i>Battlefield Management System</i> .
BRIL	Brigada de Infantería Ligera.
C2	Mando y Control.
CIS	Sistemas de Información y Comunicación, <i>Communication and Information Systems</i> .
CUD	Centro Universitario de la Defensa.
ET	Ejército de Tierra.
FFT	Seguimiento de Fuerzas Propias, <i>Friendly Force Tracking</i> .
GB	Giga Byte.
GESCOM	Gestor de Comunicaciones.
GU	Gran Unidad.
HF	Alta Frecuencia, <i>High Frequency</i> .
IDT	Interfaz de Datos Tácticos.
LAN	Red de Área Local, <i>Local Area Network</i> .
LCC	Mando de Componente Terrestre, <i>Land Component Command</i> .
MC3	Plan de Modernización de los Sistemas de Mando, Control y Comunicaciones del ET.
NEC	Capacidad de Conexión en Red, <i>Network Enabled Capability</i> .
PC	Computadora Personal, <i>Personal Computer</i> .
PEXT	Prácticas Externas.
PMS	Sistema de Gestión de Plataforma, <i>Platform Management System</i> .
PU	Pequeña Unidad.
RAM	Memoria de Acceso Aleatorio, <i>Random Access Memory</i> .
RRC	Red Radio de Combate.
SDR	Radio Definida por Software, <i>Software Defined Radio</i> .
SO	Sistema Operativo.
SOTM	Sistema Satélite en Movimiento, <i>Sat On The Move</i> .
SIMACET	Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra.
TFG	Trabajo Fin de Grado.
TIC	Tecnologías de Información y de la Comunicación.
UHF	Ultra Alta Frecuencia, <i>Ultra High Frequency</i> .
VHF	Muy Alta Frecuencia, <i>Very High Frequency</i> .

Capacidades y Limitaciones del Sistema BMS

WAN Red de Área Metropolitana, *Wide Area Network*.

1 Introducción

La siguiente memoria presenta los resultados del Trabajo Fin de Grado (TFG) titulado "Capacidades y Limitaciones del Sistema BMS" presentado para optar al Grado en Ingeniería de Organización Industrial impartido por el Centro Universitario de la Defensa de la Academia General Militar (AGM Zaragoza).

1.1 Contexto y justificación del trabajo

El siguiente estudio se enmarca dentro del Plan de modernización de los sistemas de mando, control y comunicaciones del Ejército de Tierra (MC3) [1], mediante el cual se pretenden implantar nuevos medios que permitan facilitar las labores de mando, control y comunicación dentro del ejército a través de las tecnologías de información y comunicación (TIC) más novedosas. Dicho plan, recoge las para los diferentes proyectos fases de desarrollo, obtención y puesta en marcha, las cuales tienen prevista su implantación en el horizonte temporal que comprende los años desde 2015 hasta 2021.

La evolución de los Sistemas de Información y Comunicación (CIS) planteada en el plan MC3 contempla como resultado la implantación de una plataforma con Capacidad de Conexión a Red (NEC) que permita la conexión y el flujo de información desde los más altos niveles Mando de Componente Terrestre (LCC, Cuerpo de Ejército), hasta el nivel de combatiente desembarcado. Para ello se establece una lista de prioridades, la cual comienza por la necesidad de implantar un sistema de control y seguimiento del campo de batalla para todo el conjunto de pequeñas unidades (PU).

La necesidad de implantación en el ejército de ese sistema BMS justifica la realización de este estudio, el cual pretende analizar en profundidad los diferentes medios que posee el ET para el control y seguimiento del campo de batalla y estudiar los problemas que pueden surgir a la hora de su funcionamiento.

1.2 Objetivos y alcance del trabajo

El principal objetivo del presente trabajo es estudiar las distintas capacidades y limitaciones que ofrecen tanto el actual sistema de control y seguimiento del campo de batalla, como el sistema que está en proceso de implantación. Así mismo, en base a las carencias detectadas se pretende proponer posibles soluciones.

Para alcanzar dichos objetivos, en primer lugar, se llevarán a cabo una serie de estudios, tanto cualitativos como cuantitativos por los cuales se pretende analizar la introducción del nuevo sistema BMS en las PU del ejército. Así mismo, se realizarán un conjunto de pruebas prácticas tanto en el laboratorio como en el propio campo de aplicación del sistema, que pretenden analizar y descubrir las capacidades y limitaciones que ofrece la arquitectura de este.

Este trabajo aborda el estudio del sistema de control y seguimiento del campo de batalla dentro del marco de una PU del ET, en cuyo caso será de entidad Grupo Táctico o Batallón. El Batallón de Infantería Ligera (BIL), es la unidad táctica que caracteriza a la Brigada de Infantería Ligera (BRIL), en cuyo marco tienen lugar normalmente todas sus acciones. Como unidad de combate, el BIL es apta para la defensa en zona de terrenos difíciles y que requieran un alto grado de organización. Puede combatir en zonas urbanas y tiene aptitud para el helitransporte y aerotransporte con el adiestramiento adecuado. Es de organización básica fija, de combate a pie, aunque normalmente posee vehículos blindados para su desplazamiento. El número de personal que compone un BIL oscila normalmente entre las 300 y 400 personas dependiendo de la unidad y el tipo de BIL [2].

1.3 Estructura de la memoria

A efectos de cumplir el objeto de estudio, se ha realizado una memoria cuya estructura es la siguiente:

1. Introducción: Una pequeña parte introductoria donde se explican los principales objetivos y el marco en el que se desenvuelve este trabajo.
2. Estado del Arte: Mediante el cual se hace un repaso de lo que hoy en día está en uso dentro del ET, así como sistemas en proceso de desarrollo o implantación dentro de este.
3. Metodología: En este apartado se explican las diferentes metodologías utilizadas para la realización del estudio.
4. Análisis del Sistema: Se analiza en conjunto el sistema y se realiza un estudio prospectivo de este, abordando las principales capacidades y limitaciones que se podrán encontrar.
5. Análisis de Funcionamiento: Se exponen los resultados de las prácticas de laboratorio de la arquitectura de red del sistema realizadas, destacando las principales capacidades y limitaciones de esta.
6. Conclusiones: Se extraen las conclusiones a partir de los resultados obtenidos del estudio del sistema y se propone una serie de soluciones a las limitaciones del sistema.

1.4 Marco del trabajo

Este trabajo ha sido realizado durante el período de PEXT y TFG dentro de la Brigada II de la Legión Rey Alfonso XIII. En dicho período se ha tenido la oportunidad de tener una toma de contacto con la unidad y de vivir el día a día de esta. Así mismo, se ha aprovechado dicho período para la realización del Trabajo Fin de Grado, el cual está supervisado tanto por el director militar, como por el director civil del CUD.

La planificación del trabajo se adjunta al final de la memoria en el Anexo A, el cual resume los principales aspectos y el marco temporal de la realización de los mismos.

2 Estado del Arte

La evolución hoy en día de los medios CIS en el ejército supone una ventaja clara para el mando y control (C2) del campo de batalla [3]. Dados los conflictos que se desenvuelven actualmente y las dificultades que estos acarrearán, se hace necesario el hecho de que el jefe de unidad conozca y disponga de la mayor cantidad posible de información acerca de la situación de las fuerzas propias en el teatro de operaciones. Para ello los sistemas de seguimiento y control del campo de batalla cobran especial importancia. Actualmente, el Ejército de Tierra cuenta con varios sistemas de gestión del campo de batalla, tanto en uso en las unidades como en proceso de desarrollo. El problema radica en la gran variedad de sistemas *software* que existen, los cuales dificultan la integración de estos entre sí e incluso entre los sistemas OTAN o de Gran Unidad (GU) [4].

Cabe destacar al mismo tiempo, que todos los sistemas anteriormente mencionados se apoyan en la arquitectura de Red Radio Combate (RRC), la cual basa su funcionamiento en un conjunto de dispositivos radio diseñados para ofrecer soporte de voz y de datos.

2.1 BMS de Brigada de Infantería Ligera

En este apartado nos centraremos en el sistema de seguimiento y control del campo de batalla que se utiliza actualmente en el ámbito de una Brigada de infantería ligera como es el caso de la Brigada Rey Alfonso XIII de la Legión. Este sistema se compone de dos subsistemas, el sistema de Seguimiento de Fuerzas Propias (FFT) y el sistema Gestor de Comunicaciones (GESCOM), los cuales utilizan dos *softwares* diferentes que ofrecen distintas funcionalidades al usuario del sistema.

2.1.1 FFT

El Seguimiento de Fuerzas Propias (*Friendly Force Tracking*) es el primero de los subsistemas a tratar. Es un *software* diseñado por la Universidad Politécnica de Valencia y que ha sido y sigue siendo utilizado a nivel Brigada de infantería ligera hasta que sea sustituido posteriormente por el sistema BMS-ET¹.

Este *software* indica la posición y situación de las unidades aliadas en el campo de batalla dentro de un mapa digital georreferenciado. Además, dicha posición va actualizándose y refrescándose en intervalos de tiempo de entre varios segundos a escasos minutos, lo cual permite al jefe de unidad tomar las respectivas decisiones oportunas y de esta forma obtener la ventaja deseada. También contempla opciones de navegación, lo cual facilita el establecimiento de las diferentes rutas para las unidades de maniobra. Cuenta además con un pequeño *chat* de campo de batalla, el cual posibilita mandar pequeños mensajes de texto para indicar órdenes breves y concisas, además de anexo de ficheros de limitado tamaño.

En cuanto a interoperabilidad, está contemplado que el sistema pueda operar conjuntamente con Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra (SIMACET) mediante NFFI², pero no se contempla que lo haga con otros sistemas similares o de entidad OTAN [5] [6].

2.1.2 GESCOM

Es definido como el sistema fundamental de la infraestructura de telecomunicaciones NEC. El GESCOM permite la integración en una red IP de todo tipo de soportes radio y proporciona una gestión automática

¹ Actualmente en vías de desarrollo. Está previsto que se incorpore antes del 2022.

² Se define NFFI como la pasarela que se utiliza entre SIMACET y FFT.

del tráfico de voz y datos haciéndolo totalmente invisible y cómodo para el usuario. Así mismo, tiene la capacidad de integrar varios sistemas de mensajería y correo electrónico además de SIMACET.

Actualmente, está contemplado que pueda integrar los *softwares* de posicionamiento FFT y BMS-Lince [1], pero a efectos prácticos y debido a las limitaciones que presenta la arquitectura radio RRC, sólo se utiliza como un medio para integrar el sistema de mensajería, *chat* y correo electrónico³.

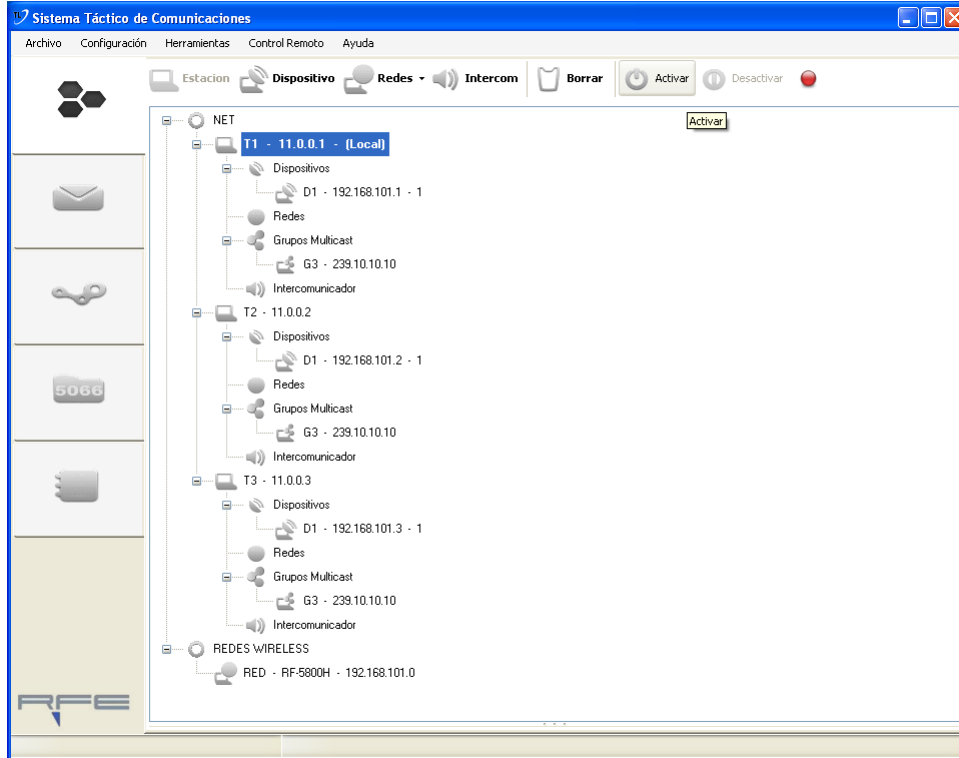


Ilustración 1. Programa GESCOM.

2.2 BMS-LINCE

Es un *software* que proporciona las herramientas de mando y control para PU de entidad Grupo Táctico o Batallón. Incluye las capacidades de planeamiento, posicionamiento de unidades propias, mensajería táctica con anexo de ficheros, *chat* táctico, navegación y generación de alarmas. Es un *software* del que solo disponen las unidades acorazadas, y está implantado en las plataformas LEOPARDO, con previsión de ser implantado en un futuro en la plataforma VCR 8x8⁴. En este caso, el *software* también incluye un módulo de gestión de plataforma PMS el cual integra los sistemas de a bordo, los diferentes sensores y los sistemas de identificación amigo-enemigo.

En cuanto a su interoperabilidad, el BMS-Lince puede operar con diferentes sistemas similares o tipo OTAN [5], además de poder hacerlo con SIMACET mediante la pasarela de Interfaz de Datos Tácticos (IDT)⁵.

BMS-Lince, es un *software* que engloba las funcionalidades tanto de FFT como de GESCOM, y permite la realización de las labores de mando y control de una manera más práctica y cómoda. Tanto la flexibilidad, como los medios y la arquitectura de red de la que disponen las pequeñas unidades acorazadas, hacen

³ Como servicio de correo electrónico se utiliza Microsoft Outlook.

⁴ Esta plataforma aún está en proceso de adquisición por parte del ET.

⁵ Interfaz de Datos Tácticos. Es la evolución de las pasarelas COE y NFFI.

que el *software* BMS-Lince sea fácil de implementar en este tipo de unidades sin prácticamente generar ningún problema de conectividad, retardo o comunicación en este medio.

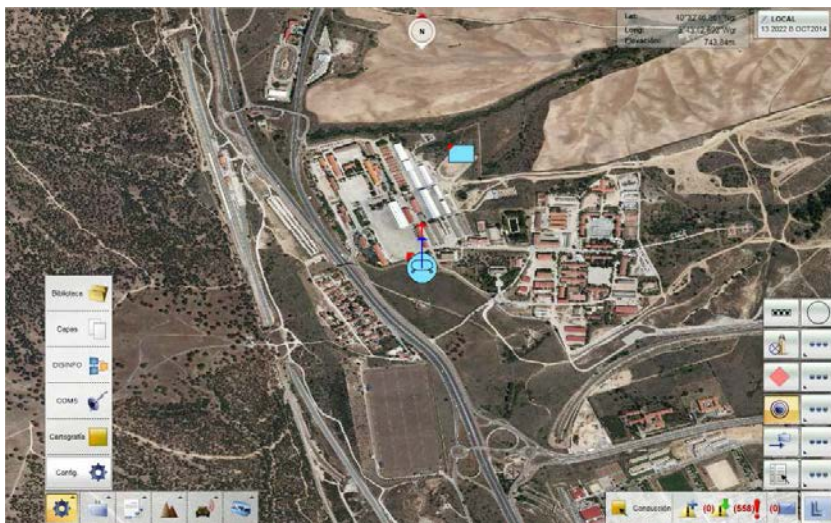


Ilustración 2. Mapa de situación BMS-Lince.

2.3 BMS-ET

Al igual que el *software* BMS-Lince, el BMS-ET es un *software* con capacidad de gestión y seguimiento para las PU en el campo de batalla. Posee del mismo modo capacidades de planeamiento, posicionamiento, mensajería táctica con anexo de ficheros, alarmas y un sistema de navegación. También posee la capacidad de operar con otros sistemas similares OTAN y SIMACET mediante el Interfaz de Datos Tácticos [5].

A diferencia de su análogo el BMS-Lince, el BMS-ET no posee los sistemas de gestión para unidades acorazadas, puesto que su finalidad es el empleo en unidades tipo Grupo o Batallón de Brigada de infantería ligera.

Actualmente no está integrado en ninguna unidad de la fuerza y su *software* todavía se encuentra en fase de desarrollo. Se espera que este *software* sea el sustituto al sistema BMS de Brigada (FFT y GESCOM), dado que este sistema posee problemas de comunicación e interoperabilidad con otros sistemas similares además de diversos problemas de enlace. Mediante BMS-ET, se evitan todos estos problemas ya que las capacidades de mensajería y posicionamiento están integradas y mediante la pasarela IDT puede operar con los demás sistemas existentes.

3 Metodología

Para la realización del presente trabajo se han utilizado diferentes métodos tanto para el análisis del sistema en general, como para el análisis de funcionamiento. Todo ello se ha realizado con la finalidad de estudiar las principales capacidades y limitaciones que posee hoy en día el sistema BMS de Brigada para, de este modo, poder ofrecer diversas soluciones a las limitaciones que el mismo presenta. A continuación, se van a explicar brevemente las metodologías utilizadas en este trabajo, así como el objetivo fundamental de utilizar cada una de ellas.

3.1 Focus Group

El *Focus Group* o, en español, Grupo Focal es un método cualitativo y una técnica de estudio empleada con el objetivo de conocer las opiniones de un público determinado ante un tema en concreto [7] [8].

La metodología de trabajo consiste en reunir a un grupo de entre seis a doce expertos en el producto a analizar más una persona que ejerza de moderador, el cual hará las preguntas pertinentes y evita que el grupo se desvíe del tema principal de estudio. Una vez planteado el tema, el grupo discute acerca del asunto en cuestión, en este caso las capacidades y limitaciones del sistema BMS. Se realizan una serie de preguntas al grupo y en base a esto cada miembro ofrece su opinión personal acerca del asunto a tratar. De esta primera discusión, surgen otras preguntas las cuales se responden mediante la interacción del grupo seleccionado. Para que este proceso tenga éxito, una de las claves fundamentales es la libertad a la hora de formular la opinión personal acerca del tema y para ello el moderador ha de lograr crear un clima de confianza entre los miembros seleccionados.

Para la realización del *Focus Group*, se han llevado a cabo las siguientes tareas:

- **Selección del lugar y de los materiales:** En este caso, se ha seleccionado una sala de juntas en la que todos los participantes puedan interactuar entre sí. Como materiales se han utilizado un cuaderno para anotar los puntos de vista más relevantes del personal seleccionado y una grabadora para dejar constancia de toda la reunión y así, posteriormente analizarla y sacar las conclusiones más adecuadas para el estudio.
- **Selección del personal:** Se ha seleccionado a un grupo de personal cualificado y con conocimientos tanto a nivel administrador como usuario del sistema BMS. Dicho personal se encuentra encuadrado en las diferentes unidades CIS de las banderas⁶ de infantería de la legión y en la compañía de transmisiones de dicha unidad. Además, también se ha seleccionado a personal de las diferentes compañías de las banderas de infantería con la finalidad de conocer de primera mano las opiniones de los usuarios del sistema y, de este modo, poder contrastarla con la de los propios administradores del mismo.
- **Elaboración de una guía:** En la cual se incluyeron el orden de la reunión y las diferentes preguntas a realizar al personal asistente. En dicha guía, se incluyeron varias preguntas de carácter general y de valoración del sistema de forma que se pudiese realizar una primera ronda de valoraciones personales para más adelante entrar en cuestiones de carácter más técnico que involucren tanto a los usuarios como a los administradores del sistema. Dicha guía se encuentra adjunta en el Anexo B.

⁶ Una Bandera equivale a un Batallón.

- **Selección del moderador:** Para este caso, el moderador ha sido el presente alumno, puesto que era necesario que la persona moderadora fuese ajena a la unidad y no estuviese involucrada en el funcionamiento directo de la misma.
- **Elaboración del reporte final:** Finalmente, se ha transcrito, analizado y resumido la información obtenida de la reunión con la finalidad de obtener los mejores resultados para de este modo poder analizar el sistema en su conjunto.

3.2 Método Delphi

Al igual que el *Focus Group*, el método Delphi es un método de carácter cualitativo o subjetivo que se centra normalmente en estudios de prospectiva o estudio de los factores futuros [9]. Es un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, conjuntamente como un todo, tratar un problema complejo. La capacidad de predicción de este método se basa fundamentalmente en la utilización sistemática de un juicio intuitivo emitido por un grupo de expertos.

El método consiste en la realización de una serie de cuestionarios sucesivos de modo que mediante el estudio estadístico se pueda realizar una mejor aproximación al problema o problemas que más importancia tienen en cuanto a un sistema, en nuestro caso el BMS. El objetivo de los cuestionarios sucesivos es reducir el espacio intercuartil precisando la mediana, es decir, enfocar los principales problemas de modo que la opinión de los diferentes expertos se centre de la mejor manera posible en las principales limitaciones y de este modo poder alcanzar una solución a dichas limitaciones.

Las principales características que reúne el método Delphi son:

- **Anonimato:** Las encuestas son totalmente anónimas de modo que ningún experto conoce en ningún momento la identidad de los demás expertos encuestados. De esta forma se evita que los encuestados se cohiban y puedan expresar libremente su opinión.
- **Iteración y realimentación controlada:** Se controla el número de encuestas y se precisan cada vez más las preguntas de modo que se pueda disminuir el espacio intercuartil entre las opiniones de los expertos.
- **Respuesta del grupo en forma estadística:** De este modo la información que se presenta a los expertos no es solo la opinión de la mayoría, si no que se presentan todas las opiniones y el porcentaje de estas.
- **Heterogeneidad:** Los expertos han de ser de varios campos de actuación, en este caso se ha seleccionado a un grupo de usuarios y administradores del sistema.

Para la realización de este método se han seguido las siguientes fases:

1. **Definición de los Objetivos:** En este caso, el objetivo era determinar las principales limitaciones de las que dispone el sistema en el marco de uso de las pequeñas unidades.
2. **Selección de expertos:** Se ha seleccionado a un grupo de expertos que conocen tanto técnicamente como a modo de manejo el sistema en su conjunto.

Para esta selección se han tenido en cuenta dos factores clave:

- Un factor cualitativo que nos determina la idoneidad del experto en cuanto a experiencia o conocimientos técnicos del sistema.

- Un factor cuantitativo que nos determina el número de la muestra de personal a entrevistar. En este caso la muestra era de doce expertos.
- 3. **Elaboración y entrega de los cuestionarios:** Los cuestionarios se elaboraron de tal forma que facilitaron la respuesta por parte de los encuestados. Las respuestas fueron diseñadas de tal forma que podían ser cuantificadas y ponderadas para posteriormente someterlas a un análisis estadístico.
- 4. **Explotación de los resultados:** Se analizaron los resultados del primer cuestionario con el fin de precisar las cuestiones del segundo y de este modo reducir la dispersión en cuanto a las opiniones de los expertos. Además, este grupo de expertos fue informado de los resultados del primer cuestionario. Posteriormente, se realizó un análisis estadístico del segundo cuestionario para extraer los resultados acerca de las limitaciones que posee el sistema.

En este caso, y debido a limitaciones en cuanto a horario y medios, se han realizado dos cuestionarios a un grupo de expertos encuadrados en las banderas de infantería, compañía de transmisiones y órganos de apoyo a la brigada, con el objetivo de reunir las opiniones más precisas tanto de administradores como de usuarios del sistema.

3.3 Prácticas de Funcionamiento

Para precisar e indagar más acerca de las capacidades y limitaciones que el sistema BMS ofrece, se han realizado aparte de los dos estudios cualitativos, unas prácticas de funcionamiento tanto en laboratorio como en el campo de maniobras del acuartelamiento Álvarez de Sotomayor. De esta manera, se han podido conocer de primera mano las capacidades que el sistema aporta para la gestión, seguimiento y control de las fuerzas propias en el campo de batalla además de conocer y observar las limitaciones que este posee.

Las prácticas se han llevado a cabo con el apoyo del personal de la compañía de transmisiones de la bandera de Cuartel General y desarrollo de las mismas se ha llevado a cabo en tres fases, cuyos resultados serán expuestos en el apartado 5 (Análisis de Funcionamiento). Dichas fases son las siguientes:

1. **Selección y comprobación del material necesario:** Para la realización de las prácticas, se ha realizado previamente un estudio del material necesario y disponible en la unidad, además de un estudio de viabilidad en cuanto a recursos humanos y espacio temporal.
2. **Realización de pruebas de conectividad:** En el laboratorio se ha comprobado que los equipos funcionan correctamente y pueden realizar una comunicación entre sí.
3. **Realización de pruebas de distancia:** Se ha estudiado el comportamiento del sistema en situación real y sometiéndolo a condiciones cambiantes de situación, distancia y tamaño de archivos enviados con la finalidad de extraer las limitaciones que este posee bajo situaciones límite.

4 Análisis del Sistema

El siguiente apartado recoge los resultados de los dos métodos empleados para el análisis del sistema en general. Tanto el *Focus Group* como el método Delphi mediante encuestas, pretenden analizar las capacidades y limitaciones que posee el sistema en su conjunto, basándose principalmente en las experiencias y opiniones de expertos pertenecientes a dos categorías: usuarios y administradores del sistema.

4.1 Resultados del *Focus Group*

Con la realización del *Focus Group*, se ha extraído un conjunto de ideas generales acerca de las capacidades y limitaciones que el sistema ofrece dentro del marco de una Brigada. Cada experto ha aportado su dosis de experiencia con el sistema y, tras valorar los diferentes apartados del guion, se pueden resumir un conjunto de capacidades y limitaciones que éste posee.

En cuanto a capacidades que el sistema nos ofrece, tenemos la posibilidad de que los órganos de Mando y Control de la PU, ya sea el jefe o sus órganos de apoyo, conozcan la posición de las diferentes unidades de maniobra en el campo de batalla con un tiempo de retardo relativamente corto⁷, permitiéndole a estos, tomar las diferentes decisiones oportunas en el momento adecuado.

El FFT nos proporciona la ventaja de conocer la posición de cada unidad en un mapa digital en un tiempo reducido en todo momento, cosa que anteriormente no era posible realizar a través de la Voz de RRC, la cual implicaba actualizarla en determinados momentos de la maniobra.

Capitán de Transmisiones.

Otro aspecto clave a destacar es el de envío y recepción de mensajería. Esta capacidad permite que las unidades de maniobra puedan enviarse correos incluyendo adjuntos, o incluso tener la oportunidad de mantener una sala chat entre estas mismas. Este aspecto fue el más valorado por los entrevistados, puesto que permite facilitar en gran medida labores como la de inteligencia u observación y designación de objetivos.

Sin duda alguna, la gran ventaja de este sistema, es el poder enviar una foto de una posición o base de patrullas enemiga, pudiendo diferenciar aspectos clave como la ubicación, estado del terreno, despliegue y entidad del enemigo.

Teniente de Transmisiones.

Por otra parte, el grupo de expertos entrevistado coincidió en su gran mayoría en cuanto a las limitaciones que el sistema posee y que evitan que funcione a pleno rendimiento. Dichas limitaciones tienen en común el mismo objeto: La arquitectura de red basada en el radioteléfono PR4G-V3 y el *software* del sistema.

El único problema que posee el sistema, es el tiempo de retardo en el envío y recepción de información que, dependiendo del número de unidades y distancia, hace que sea de minutos e incluso en el ámbito de la mensajería, llegar a colapsar la red.

Sargento Primero de Transmisiones.

⁷ El tiempo de refresco dependerá en gran medida de los equipos de transmisión, el ancho de banda, el número de unidades que tienen activo el sistema y de la distancia de despliegue de la misma.

El apartado de limitaciones del sistema ha sido crucial a la hora de aplicar posteriormente el método Delphi, puesto que de esta reunión se han podido extraer los principales problemas y limitaciones a tratar dentro de un marco más técnico.

Finalmente, y en cuanto al análisis de prospectiva realizado en la reunión, los expertos han coincidido en que la evolución del sistema pasa por una renovación integral de la arquitectura de red de datos que poseen las diferentes unidades, además de la renovación o sustitución de los equipos que la componen.

Mientras el ejército no adquiera otros medios de transmisión con mayor ancho de banda y se resuelvan los problemas de integración del sistema con otros de la misma índole, el sistema no podrá ofrecer las capacidades para las que fue diseñado a pleno rendimiento.

Sargento Primero de Transmisiones.

4.2 Resultados método Delphi

Este método, está enfocado principalmente a extraer y analizar las principales limitaciones que el sistema BMS posee y que no permiten que funcione con el rendimiento esperado. Después del análisis cualitativo que se ha hecho mediante el *Focus Group* y con las diversas limitaciones que el grupo de expertos ha aportado acerca del sistema, se ha realizado esta vez un análisis cuantitativo mediante encuestas dividido en dos rondas, mediante el que se pretenden abordar los aspectos más críticos en cuanto a los principales módulos en los que se divide el sistema BMS.

Las encuestas aportan como resultado la opinión de un grupo de expertos pertenecientes sobre todo a las banderas de infantería, los cuales son los principales usuarios del mismo. También se ha contado con un breve grupo de administradores con la finalidad de conocer la opinión más técnica en cuanto a equipos y subsistemas que componen el BMS. En total se ha realizado la encuesta a un grupo de 12 expertos.

4.2.1 Resultados y análisis primera ronda de encuestas

El objetivo de la primera encuesta era el de recoger las opiniones de los expertos en cuanto a un conjunto de cinco módulos clave del sistema con una serie de preguntas en cada uno a valorar mediante la escala Likert [10] cuyos valores oscilaban entre 1 y 5 siendo 1 la peor valoración o menos satisfactoria y 5 la de mayor valoración o más satisfactoria. También se ha incluido un apartado de no sabe o no contesta.

De acuerdo a esta escala, los aspectos a someter a estudio estadístico y en los que se centraría la segunda encuesta, son aquellos cuya valoración es la más alta o la más baja, descartando aquellos cuya valoración es media o valoración "indiferente". De este modo, se obtienen los aspectos más críticos y los más satisfactorios del sistema, en los cuales el experto ha volcado toda su atención o considera más relevantes.

Para esta encuesta se abordaron los siguientes módulos:

- FIABILIDAD

Se valoró, mediante un grupo de preguntas, la capacidad de envío y recepción de información correspondiente a posicionamiento y mensajería que el sistema posee en cuanto a aspectos de velocidad y fiabilidad.

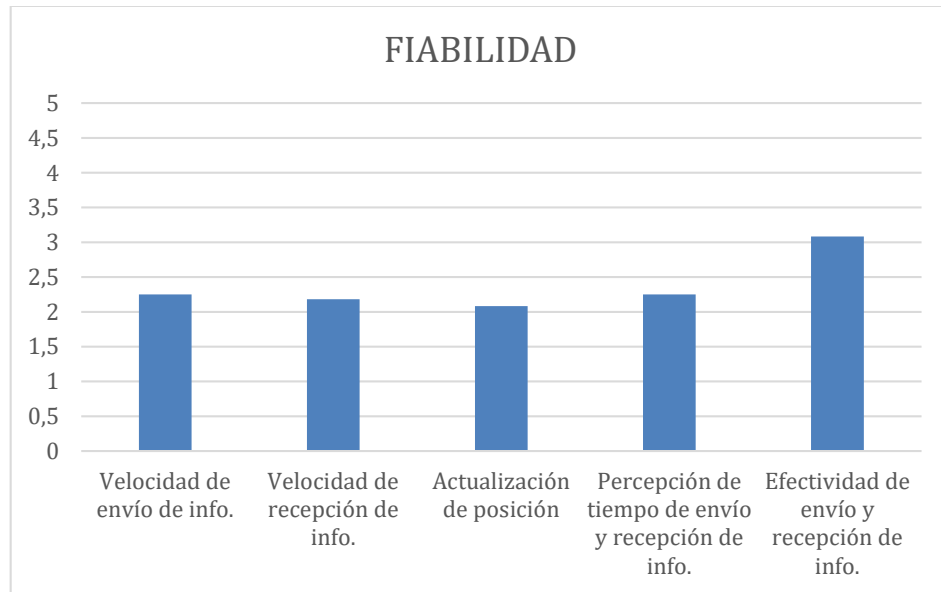


Ilustración 3. Gráfico de Fiabilidad.

Se puede apreciar en la Ilustración 3, como la media ponderada de las respuestas en cuanto a los aspectos de fiabilidad, apenas alcanza el valor medio de satisfacción, siendo los menos satisfactorios los correspondientes a la velocidad de envío y recepción de información de mensajería y posicionamiento. Otro aspecto importante es que el encuestado se siente indiferente en cuanto a la efectividad de envío y recepción de la información por lo que se puede extraer la conclusión de que el sistema apenas posee pérdidas en el flujo de información entre unidades.

- ARQUITECTURA DEL SISTEMA

En este apartado, se valoró la capacidad que poseen los diversos radioteléfonos que tiene el ET para la transmisión de datos mediante una red IP. Para dicha valoración se han incluido radioteléfonos que poseen fundamentalmente dos características: La capacidad de envío y recepción de datos y la capacidad de envío y recepción de datos a grandes distancias.

- PR4G-V3:

Es el radioteléfono mediante el cual se basa hoy en día toda la arquitectura de red de datos del ET. Transmite en la banda de frecuencias VHF y posee dos modos principales de funcionamiento en transmisión de datos. El modo IPMUX para flujo de voz y datos con una velocidad de hasta 4,8 kbps, y el modo IPSAP con una velocidad de envío y recepción de datos de hasta 19,2 kbps [11].

- HARRIS 5800:

Es el radioteléfono que utiliza el ejército para efectuar sus transmisiones a una banda HF. Aunque se utiliza mayoritariamente para voz, también tiene la capacidad de transmisión de datos a una velocidad de hasta 19,2 kbps a una distancia mayor que la PR4G-V3 [12].

- HARRIS 117G:

Este radioteléfono pertenece a la familia de las SDR o Radios Definidas por *software*. Trabaja en bandas de frecuencia que oscilan de entre 30 MHz a 2 GHz (VHF y UHF), lo cual hace que sea una radio idónea para la transmisión de voz y datos a media distancia. Posee una velocidad de transmisión de datos en una banda de 1,2 MHz que oscila entre 50 kbps a 2,8 Mbps, y en la banda de 5 MHz, oscila entre 200 kbps a 5 Mbps [13]. Es una

radio que el ET ha adquirido hace poco tiempo y que aún está viviendo su proceso de adaptación en las diferentes unidades.

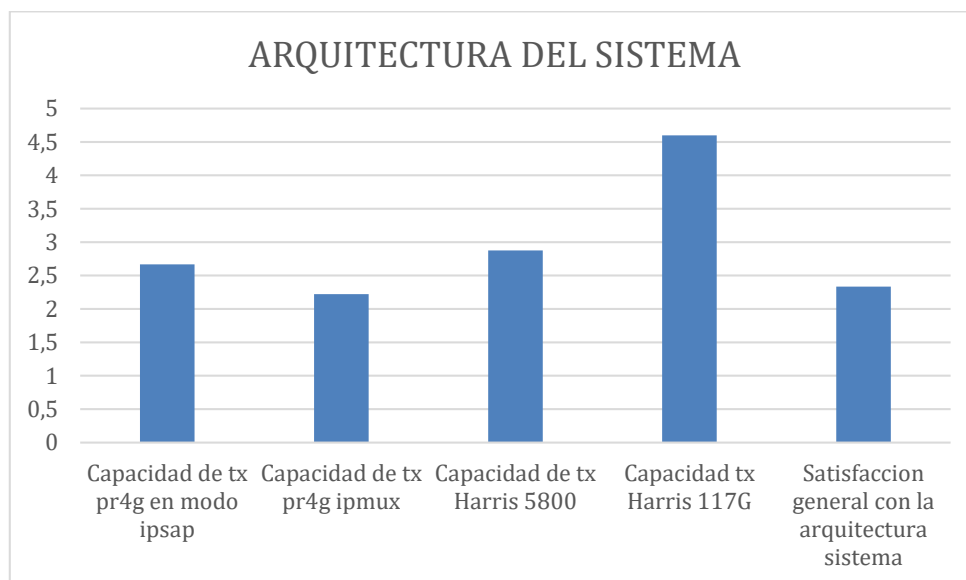


Ilustración 4. Gráfico valorativo de Arquitectura del Sistema.

Como se puede comprobar en la Ilustración 4, existe una enorme diferencia en cuanto a la opinión de los expertos referente a las capacidades de los radios. De las tres radios valoradas, sin duda la Harris 117G es la que mejores prestaciones posee para la transmisión de datos, obteniendo una media de más de 4,5 puntos. Por otra parte, vemos que las dos radios restantes, tanto PR4G-V3 como la Harris 5800, no llegan a la media satisfactoria, por lo que se puede extraer que según los expertos no reúnen los requisitos necesarios para soportar el flujo de datos del sistema.

- DISEÑO DE LA ESTACIÓN

En este apartado, se ha valorado la estación de Mando y Control principal diseñada para soportar el sistema BMS. Dicha estación es la estación PCBON, la cual ha sido diseñada para unidades tipo Batallón.

La estación PCBON tiene en dotación dos PR4G-V3 para el empleo tanto en voz como en datos, una Harris 5800 para su empleo en voz y datos, una Spearnet⁸ y un satélite BGAN Explorer [14]. El diseño de la misma, junto con su capacidad de movilidad, hace que sea el elemento idóneo para que el jefe de unidad junto con su equipo de apoyo, puedan ejercer la función C2 sin inconveniente y en prácticamente cualquier ubicación dentro del campo de batalla.

⁸ La Spearnet es una radio utilizada para unidades de entidad pelotón. Posee un gran ancho de banda y capacidad de integración con otros dispositivos radios. También permite hacer redes malladas o MESH de hasta 10 saltos y con una distancia máxima de transmisión de 1200m.

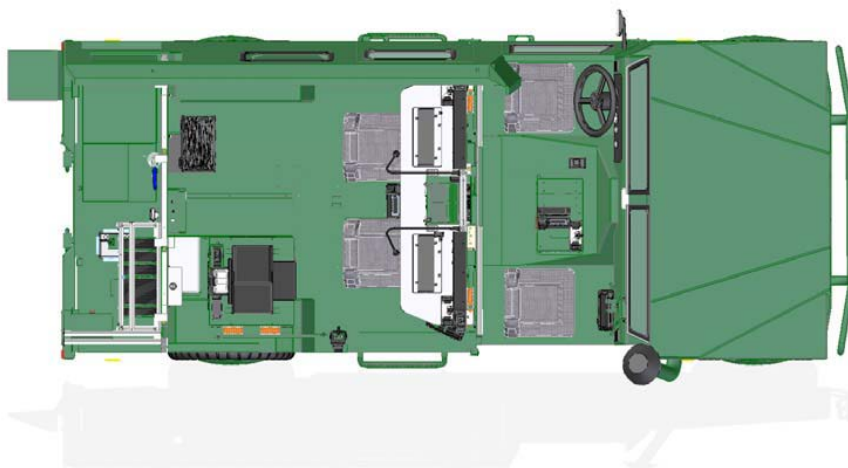


Ilustración 5. Vista en planta estación PCBON sobre VAMTAC.

Para la valoración de dicha estación, se han tenido en cuenta varios aspectos como la dotación de medios así como la distribución de los mismos, incluyendo una valoración personal en conjunto de la estación.

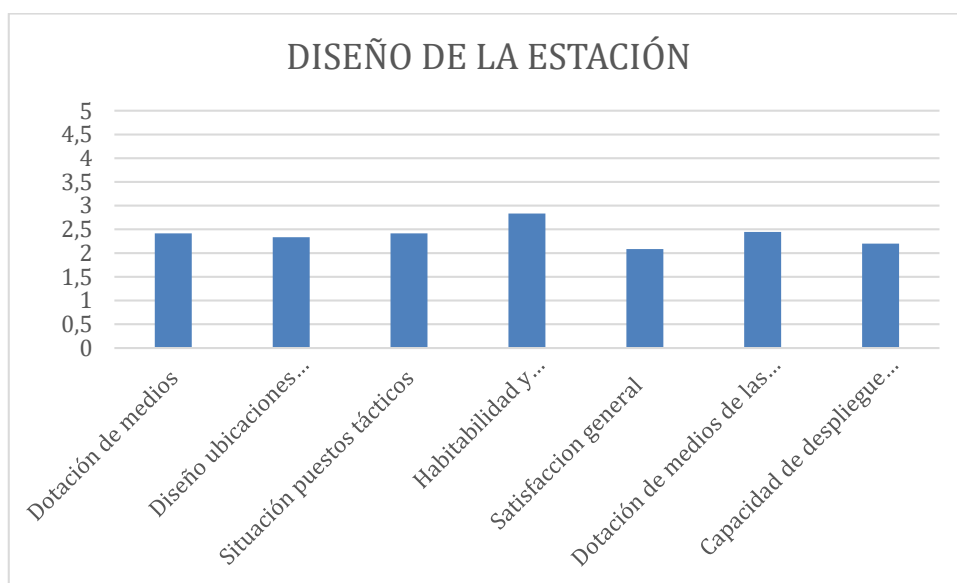


Ilustración 6. Gráfico de valoraciones estación PCBON.

Como puede apreciarse en la Ilustración 6, el personal califica de insuficientes las diferentes prestaciones que la estación ofrece, destacando sobre todo la capacidad de despliegue de la tienda avanzada, la dotación de medios y el diseño de las ubicaciones de los mismos. Cabe destacar, que la encuesta fue realizada mayoritariamente a usuarios de la estación, tanto jefes como órganos de apoyo, lo que derivó en un interés enorme por este apartado en cuestión.

- **COMUNICACIÓN E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA**

El actual sistema BMS, tanto con su *software* FFT como con el GESCOM poseen protocolos de comunicación con otros sistemas bastante limitados en cuanto a posibilidades de transmisión de datos se refiere. En el caso del FFT, el protocolo NFFI solo permite el flujo de datos con SIMACET en sentido ascendente (solo permite enviar información de FFT a SIMACET, pero no recibirla) funcionando como un

diado de datos. Esto hace que la comunicación entre la Brigada y el Batallón sea prácticamente inexistente convirtiendo al sistema en un elemento aislado. En el caso de GESCOM, sí que posee la capacidad de comunicación con SIMACET, pero carece de la posibilidad de integrarse o comunicarse con otros *softwares* de características similares.

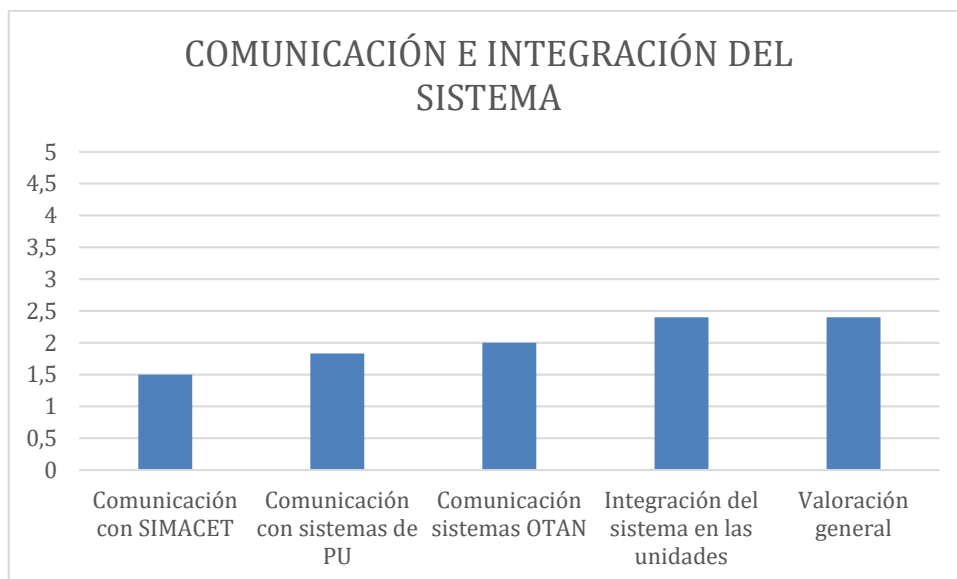


Ilustración 7. Gráfico de valoraciones Comunicación e Integración del sistema.

La Ilustración 7 muestra una opinión muy negativa de los expertos en cuanto a integración y comunicación del sistema con otros similares o de entidad mayor. Cabe destacar, que muchas de las respuestas ofrecidas por los encuestados fueron nulas, puesto que la gran mayoría desconoce la posibilidad de integración del sistema. Lo que se ve reflejado en el gráfico es la prueba de lo que se ha expuesto al inicio de este apartado, y es que el sistema BMS actual apenas posee las características y protocolos necesarios para una correcta integración.

- FORMACIÓN

Se ha pretendido valorar mediante este apartado, aspectos clave de la formación y conocimiento existentes del sistema BMS, destacando la disponibilidad de información, la posibilidad de realización de cursos de formación tanto de administrador como de usuario e incluso el conocimiento que el encuestado posee del sistema en general, entre otros.

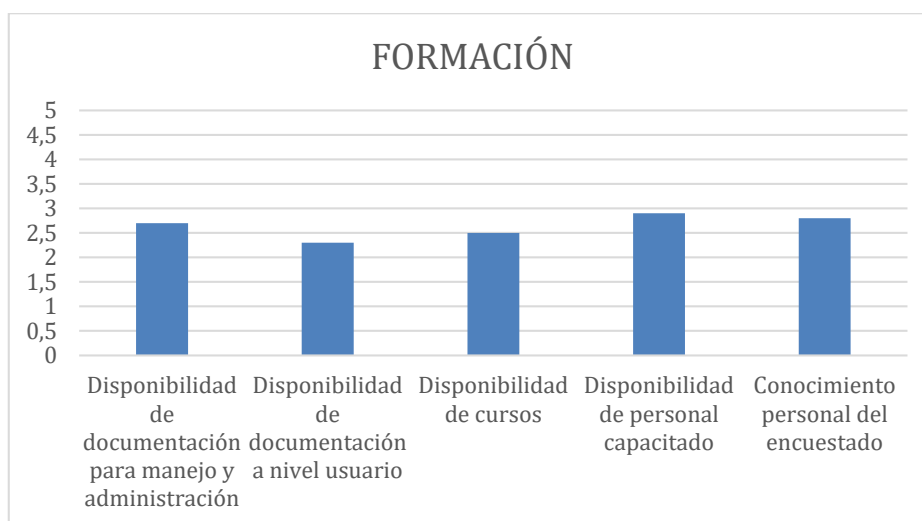


Ilustración 8. Gráfico valorativo del apartado Formación.

Como se puede observar en la Ilustración 8, los encuestados opinan que existe un déficit de documentación tanto de usuario como de administrador del sistema, además de una baja disponibilidad de cursos. Además, consideran que el personal capacitado para gestionar el BMS es insuficiente, lo cual genera un problema de ponerlo en funcionamiento en las unidades.

Una vez analizado los resultados de cada módulo de la primera encuesta, se ha reflejado en un gráfico de distribución radial la moda de los resultados de cada pregunta de la encuesta (ver Ilustración 9).

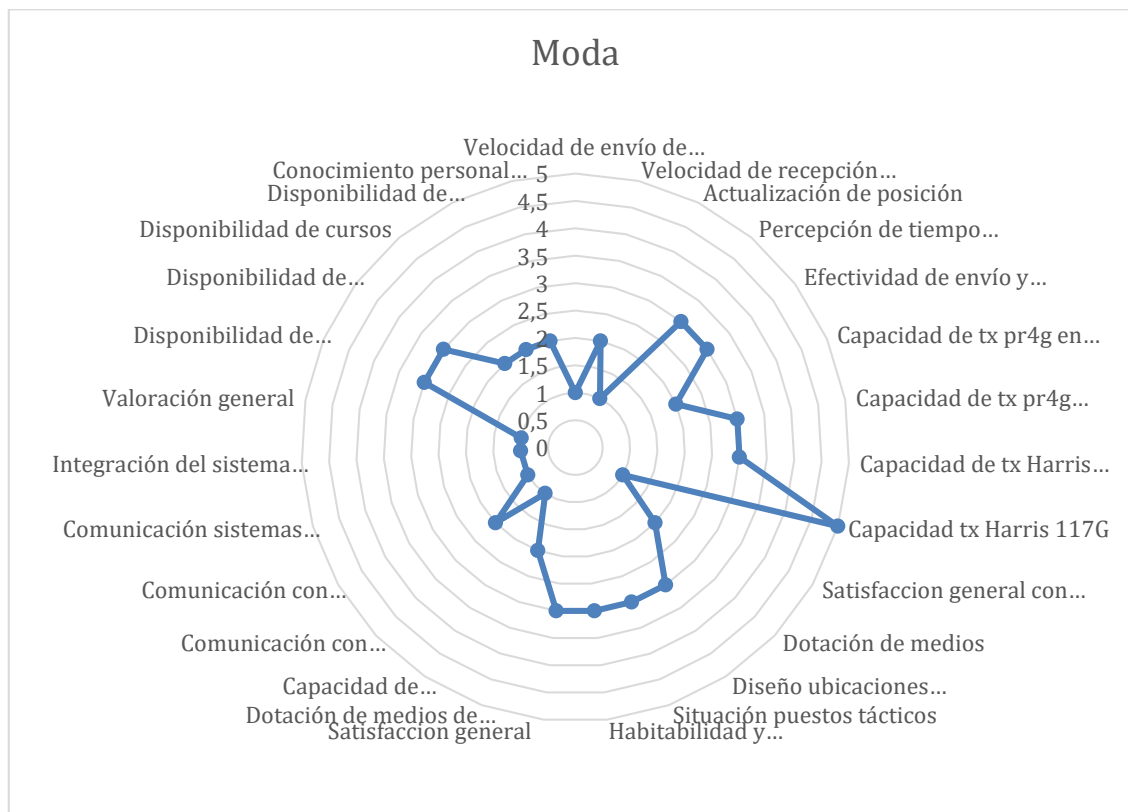


Ilustración 9. Gráfico de distribución radial con la moda de los resultados.

El motivo de haber elegido la moda sobre la media ponderada radica en la materialización y en la expresión del resultado mayoritario en cada pregunta a modo de poder ver de una manera más explícita y gráfica los puntos que mayor interés generan a los expertos encuestados. Con la finalidad de reducir el espacio intercuartil de las preguntas y opiniones en la segunda encuesta y precisar más los temas a tratar, se han descartado aquellas preguntas que poseen una valoración 2,5 o 3, enfocándose en mayor parte en aquellos temas cuya puntuación se sitúa en los extremos.

Se puede apreciar claramente en la Ilustración 9, que los módulos que más han llamado la atención del encuestado son los de fiabilidad y arquitectura del sistema, por lo tanto, fueron los que mayor importancia recalcaron a la hora de redactar las preguntas de la segunda encuesta. También han destacado los apartados de integración y comunicación del sistema, recibiendo una puntuación muy negativa en prácticamente la mayoría de los casos.

4.2.2 Resultados y análisis segunda ronda de encuestas

Para esta segunda ronda de encuestas, se han realizado preguntas más específicas y técnicas, enfocadas principalmente a los apartados de arquitectura del sistema e integración del mismo. Del mismo modo, aunque en menor medida, se han introducido preguntas de los apartados diseño de estación y formación.

A diferencia de la encuesta anterior, este modelo ofrecía respuestas más concretas a los problemas abordados e incluso facilitaba la posibilidad de seleccionar alternativas a los problemas del sistema con opciones multi-respuesta. Para más información ver Anexo D.

El objetivo principal de esta segunda ronda de encuestas era el de abordar los apartados más concretos y limitaciones mayoritarias que el sistema posee, recopilando para ello las opiniones y propuestas de mejora de los diferentes expertos a dichas limitaciones. A continuación, se analizarán las respuestas según el módulo del sistema.

- **ARQUITECTURA DEL SISTEMA**

Este apartado se ha enfocado principalmente a cuestiones sobre la obsolescencia y la limitación de la red y equipos que conforman el sistema, ofreciendo para ello diferentes opciones de sustitución que mejoren las prestaciones de este. También se ha incluido un apartado referente al sistema operativo, puesto que es un elemento del sistema que también efectúa diversas limitaciones sobre este y que ha sido objeto de crítica en las valoraciones personales de los encuestados.

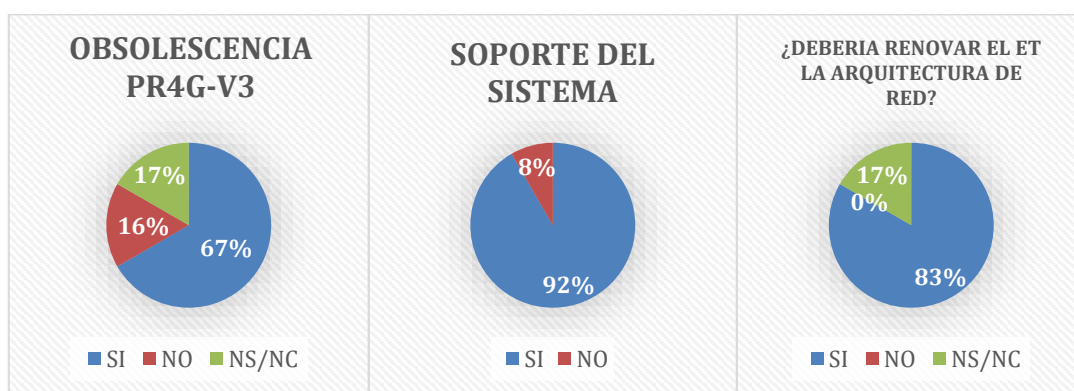


Ilustración 10. Gráficos de arquitectura del sistema.

Como se puede observar en la Ilustración 10, la mayor parte de los encuestados (92%) opina que la arquitectura del sistema no es capaz de soportar el flujo de datos del mismo y que la PR4G-V3 está obsoleta (67%) como medio principal de transmisión de datos. Del mismo modo, el 83% de los encuestados opina que el ET debería renovar la arquitectura de red adquiriendo nuevos dispositivos que soporten el tráfico de datos que este mismo genera.

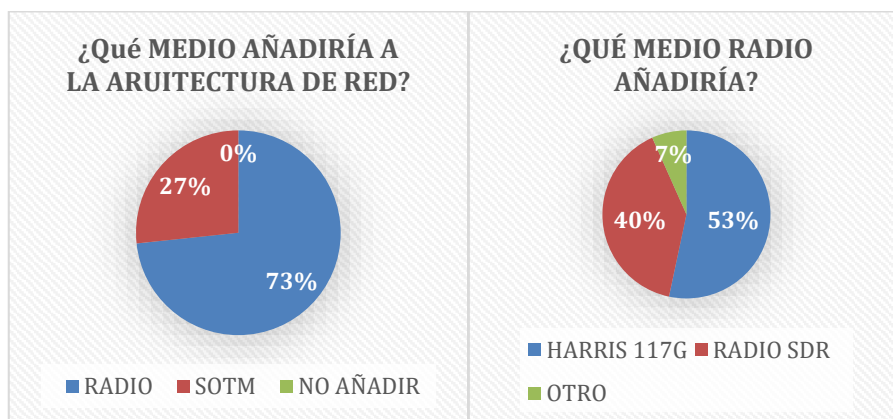


Ilustración 11. Opciones de sustitución en la arquitectura de red.

Teniendo en cuenta las opiniones anteriores, se ofrecieron diferentes opciones de sustitución de medios a modo de solucionar las principales limitaciones del sistema, dejando como alternativas las opciones que mayor ancho de banda y características de transmisión de datos ofrecen a este.

Primeramente, el grupo de expertos ha seleccionado en gran mayoría (73%) un medio radio frente a un medio SOTM (*Sat On The Move*) el cual obtuvo un 27%. Esto es debido principalmente a aspectos económicos, puesto que el sistema SOTM es más caro y difícil de implantar en las estaciones existentes.

Entre los medios radio, el grupo de expertos prefiere la actual SDR Harris 117G (53%) frente a una SDR de fabricación nacional (40%) dejando el 7% restante abierto a otras posibilidades. Este resultado es debido principalmente al enorme desembolso que tendría que hacer el ET para financiar un proyecto de tal envergadura y que, sin duda, tendría unos plazos elevados de integración dentro del ejército.

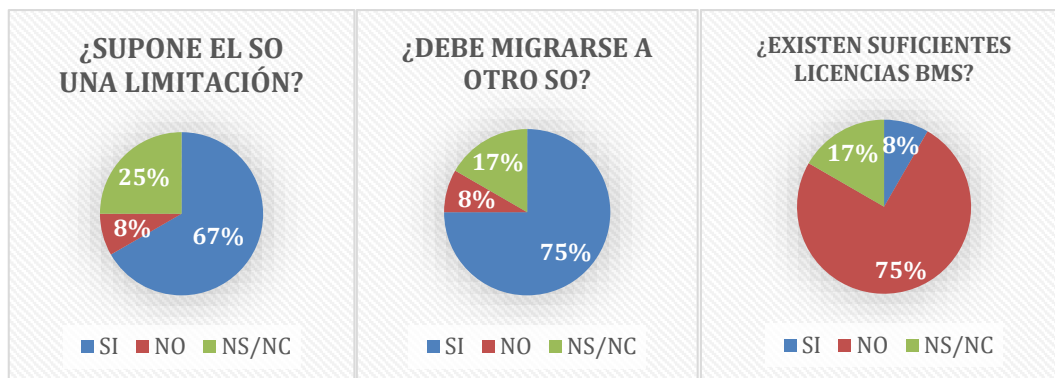


Ilustración 12. Sistema Operativo y Licencias BMS.

En cuanto al SO (Sistema Operativo) que se emplea, el 67% de los encuestados opina que supone una limitación para el correcto funcionamiento del mismo, e incluso un 75% de los expertos opina que debería migrarse a otro SO más actual.

La principal razón de estas opiniones, es que el sistema funciona en base a un SO Windows XP con una arquitectura de 32 bits, lo cual hace que su rendimiento frente a otro SO con arquitectura de 64 bits sea mucho menor. Este hecho se justifica principalmente en la capacidad de procesamiento que permite cada uno, en el caso de los primeros, las instrucciones tienen una capacidad máxima de 32 bits, lo cual hace que en velocidad de procesamiento sea la mitad de veloz que el de arquitectura de 64 bits. Además, los SO de 32 bits únicamente admiten un máximo de memoria RAM de 4GB, lo cual puede suponer una gran limitación a la hora de ejecutar el sistema BMS [15].

Otra limitación importante en cuanto a este aspecto, es que muchos de los PC de las unidades tienen que ejecutar los SO de 32 bits sobre máquinas virtuales, dado que la propia arquitectura del PC no soporta ese SO.

Finalmente, en cuanto a licencias BMS, los encuestados opinan en su gran mayoría (75%) que deberían adquirirse un mayor número de ellas, puesto que no poseen las necesarias para todas las unidades.

- INTEGRACIÓN

En este apartado se ha abordado uno de los principales problemas que posee el sistema BMS, la integración con otros sistemas y, especialmente con el sistema de GU SIMACET.

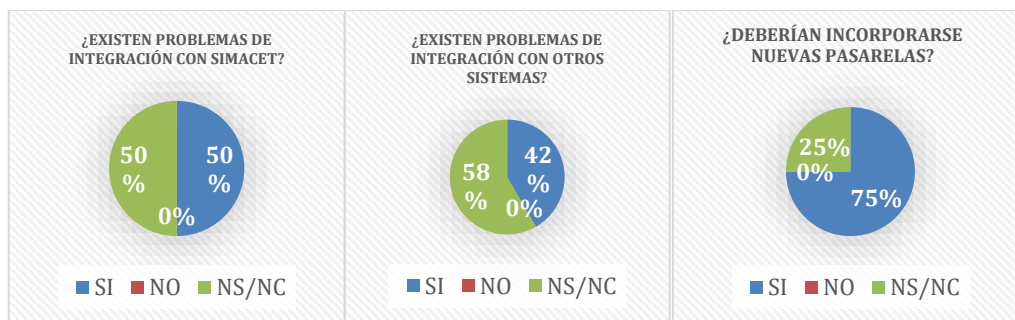


Ilustración 13. Integración del Sistema.

Tal y como se puede apreciar en la ilustración 13, en cuanto al apartado de integración del sistema existe un gran desconocimiento por parte de los expertos en cuanto a las posibilidades de integración del mismo con SIMACET y otros sistemas similares. No obstante, el personal que sí posee conocimientos acerca de esta posibilidad reconoce que existen problemas de integración.

Por un lado, tenemos la integración y comunicación con SIMACET. El principal problema radica en que la pasarela utilizada por el sistema permite a este el envío de información hacia SIMACET, pero no la recepción de información procedente de este último, funcionando como un diodo de datos⁹ [16].

Por otro lado, tenemos el problema de integración del sistema con otros de identidad similar u OTAN. Actualmente, no existe la posibilidad de integrar el sistema BMS de BRIL con otros sistemas similares tales como sistemas OTAN o el mismo sistema utilizado por artillería TALOS.

Debido a estos problemas de integración, la gran mayoría de los encuestados opina que deberían cambiarse las pasarelas (75%), ya que este es el principal problema de integración de este sistema con otros. El 25 % restante desconoce la necesidad de desarrollo de otras pasarelas puesto que no tienen conocimiento acerca de las posibilidades de integración y comunicación del sistema.

- DISEÑO DE LA ESTACIÓN

En este apartado se analizan un par de preguntas realizadas en la segunda encuesta acerca de la dotación de medios de la estación PCBON. Dado que este apartado fue el que más atención recabó en la primera encuesta en cuanto a diseño de la estación se refiere y debido también a las valoraciones personales, se ha abordado el tema ofreciendo diversas posibilidades de solución a esta carencia de medios.

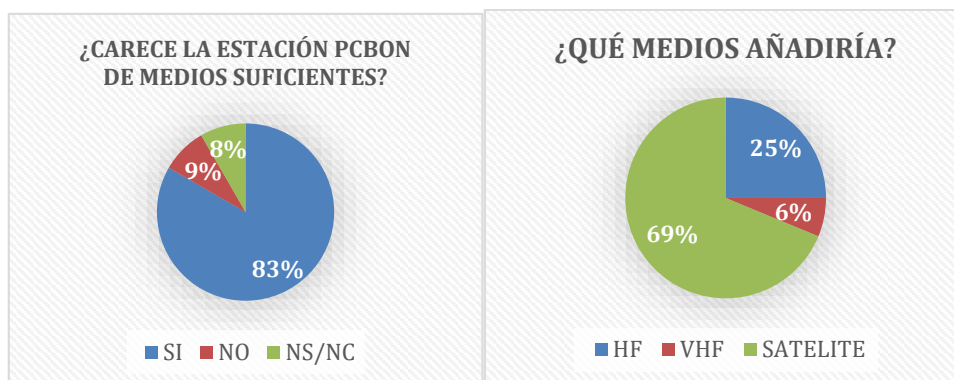


Ilustración 14. Diseño de la estación PCBON. Dotación de Medios.

Como podemos apreciar en la imagen superior, prácticamente la totalidad de los expertos (83%), opina que la estación PCBON carece de los medios necesarios para ejercer el Mando y Control de las PU frente

⁹ Este problema radica principalmente a la hora de integrar el software FFT con SIMACET.

a un 9% que opina que no se deberían añadir más medios. Esto es debido principalmente a que se hace necesaria la utilización de mallas radio extras para ejercer mejor el control sobre las unidades propias y, con los medios que actualmente están en dotación es imposible realizar este control. Además, el hecho de ejecutar el sistema BMS hace que una de las radios o incluso dos (si se ejecuta FFT y GESCOM) solo se puedan utilizar en modo datos, haciendo que no puedan emplearse en su modo voz.

En cuanto a los medios que el encuestado añadiría, vemos que un alto porcentaje de expertos (69%) prefiere añadir medios satélite, frente a un 25% que prefiere radio HF y un 6% que prefiere VHF. El principal motivo de esta elección es que el medio satélite es más fiable y tiene mayor cobertura y alcance que el medio radio, aunque el precio de añadirlo a la estación sería mucho mayor que añadir el medio radio, no obstante, a pesar de este aumento en el coste, los encuestados siguen prefiriendo el medio satélite. En cuanto a la radio, los expertos prefieren medios HF frente a los VHF dado que la distancia de enlace es mayor debido a una longitud de onda mayor, lo cual le permite sortear un mayor número de obstáculos y tener una menor atenuación comparándolo con los medios VHF.

- FORMACIÓN

Este apartado aborda los principales problemas que existen en cuanto a formación y educación acerca del sistema BMS.

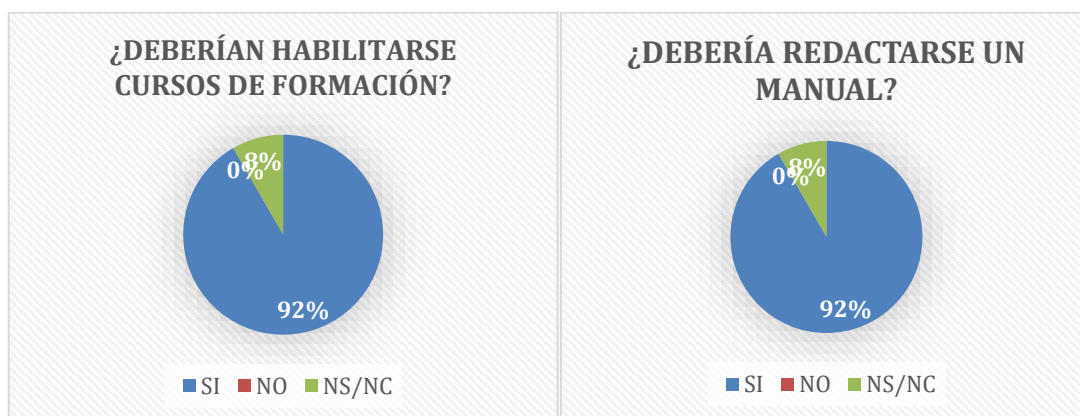


Ilustración 15. Formación Sistema BMS.

Como se puede apreciar en la Ilustración 15, el 92% de los encuestados creen que el ET debería habilitar cursos de formación acerca del sistema BMS, del mismo modo que opinan que debería redactarse un manual acerca del mismo. Esto es debido a que no existe el suficiente personal experto en el sistema y además, tampoco hay redactado un manual que explique en líneas generales el funcionamiento del sistema BMS de BRIL, tan solo existen manuales técnicos tanto de administración como de mantenimiento proporcionados por la empresa INDRA y referentes al sistema BMS-LINCE utilizado en unidades acorazadas [17] [18].

5 Análisis de Funcionamiento

Este apartado recoge todos los resultados obtenidos de las prácticas de funcionamiento del sistema BMS dentro del marco de una PU tipo Batallón. Para ello, se ha reunido a un grupo de personal experto en la materia encuadrado en los diferentes órganos CIS de las banderas como en la compañía de transmisiones de la bandera de Cuartel General. Así mismo, se ha dispuesto de un conjunto de material perteneciente a dichos órganos y que se relaciona en el apartado 5.1.

La finalidad de estas prácticas, era la de estudiar y analizar la principal limitación que presenta el sistema, la capacidad de transmisión de datos en la actual arquitectura de red de la RRC. Esta arquitectura está basada principalmente en las capacidades de transmisión de datos que posee el radioteléfono PR4G en su versión más avanzada (V3). En este caso, el análisis se hará en base al *software* GESCOMET, dado que su flujo de datos y peso de información es mucho mayor que el *software* FFT, lo cual permitirá estudiar mejor las condiciones extremas de la arquitectura y ver las principales limitaciones que esta posee en cuanto flujo de información y tiempos de envío y recepción de datos.

5.1 Materiales y Herramientas

Para la realización de las pruebas de funcionamiento se ha dispuesto de la siguiente relación de material:

- **Dispositivos Físicos:**
 - 5 PR4G V3¹⁰.
 - 5 pc portátil de usuario de sistema.
 - 2 conectores CBF311 para circuito de datos entre los PC y las radios PR4G V3.
 - 1 Estación SORIA.
 - 2 Estaciones MERCURIO 2000.
 - 2 Estaciones PCBON.
- **Software Necesario:**
 - GESCOMET v.2.0. con cinco licencias de uso.
 - Hmail Server Administrator para la creación del servidor de dominios.
 - Microsoft Outlook 2007.
 - TRC 9721 para la carga de tablas de enrutamiento estático IP de las radios.

5.2 Pruebas de Conectividad del Sistema

Mediante estas pruebas iniciales, se han configurado todos los dispositivos e instalado el software necesario para las prácticas posteriores. Estas pruebas se han realizado mediante el siguiente esquema de red (Ver Ilustración 16).

¹⁰ Radio mediante la cual se apoya toda la infraestructura IP en la arquitectura RRC. Tiene dos modos de funcionamiento en datos: IPMUX que aporta voz y datos e IPSAP que solo aporta datos.

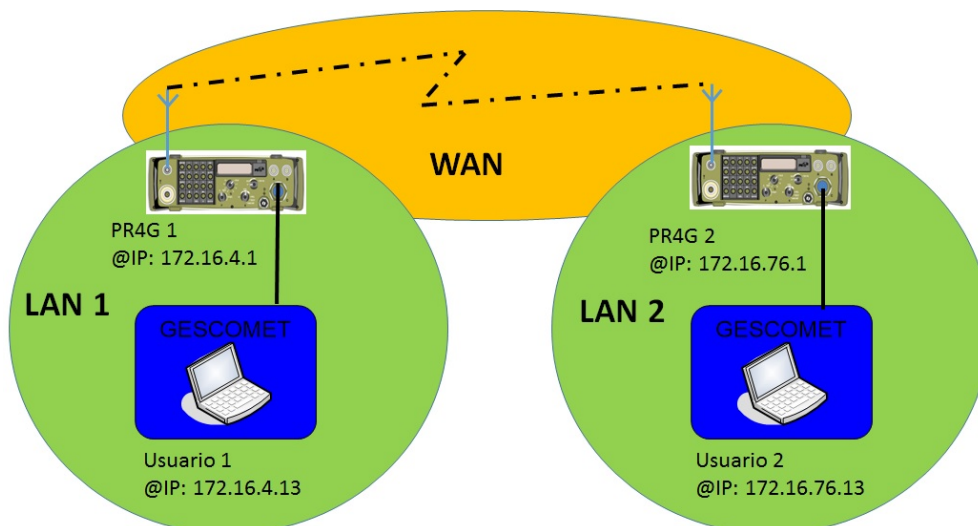


Ilustración 16. Esquema de conexión. Pruebas de Conectividad.

Para dichas pruebas de conectividad se han realizado los siguientes pasos:

1. **Conexión física entre los dispositivos:** Se han conectado los dos PC de usuario con su respectivo *software* a una PR4G V3 (Cada PC se conectó a una radio) mediante el conector de datos CBF311.
2. **Puesta en funcionamiento de los equipos:** Se han puesto en marcha todos los equipos y se ha inicializado el *software* necesario para arrancar el sistema.
3. **Configuración de las LAN y WAN:** Se han configurado y asignado las direcciones IP de las diferentes redes del sistema, introduciendo dichas direcciones IP en el programa GESCOMET con la finalidad de crear las dos LAN para los usuarios del sistema. Por otro lado, se han introducido en las dos radios las direcciones IP y se han creado los nodos IP de la red WAN correspondiente.
4. **Creación de los dominios:** Mediante el programa Hmail server, se han dado de alta los dominios correspondientes a los diferentes usuarios del sistema, además de la creación de las cuentas de correo electrónico para estos mismos.
5. **Pruebas de conectividad:** Mediante el comando PING¹¹ se ha comprobado que los diferentes dispositivos del sistema respondiesen al flujo de información emitido por el dispositivo fuente. Para ello se han realizado las pruebas a los diferentes equipos de la red:
 - PING entre PC usuario y radio PR4G V3 de la misma LAN: Con resultado satisfactorio entre los dos usuarios y las dos radios.

¹¹ Comando que se utiliza para estudiar la respuesta de un sistema a un flujo de datos enviado por un equipo fuente.

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Versión 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\Administrator>ping 172.16.4.1

Haciendo ping a 172.16.4.1 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 172.16.4.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255
Respuesta desde 172.16.4.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255
Respuesta desde 172.16.4.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255
Respuesta desde 172.16.4.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255

Estadísticas de ping para 172.16.4.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
        (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 1ms, Media = 1ms

C:\Documents and Settings\Administrator>
  
```

Ilustración 17. PING entre Usuario y PR4G V3 de la misma LAN.

- PING entre PC usuario y PR4G correspondiente a la LAN del otro usuario: Con resultado satisfactorio en ambos casos:

```

C:\Simbolo del sistema
C:\Documents and Settings\Mª Francisca>cd..
C:\Documents and Settings>cd.
C:\Documents and Settings>cd.
C:\Documents and Settings>ping 172.16.76.1

Haciendo ping a 172.16.76.1 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 172.16.76.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255
Respuesta desde 172.16.76.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255
Respuesta desde 172.16.76.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255
Respuesta desde 172.16.76.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255

Estadísticas de ping para 172.16.76.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
        (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 1ms, Media = 1ms

C:\Documents and Settings>_
  
```

Ilustración 18. PING entre usuario y PR4G V3 de LAN opuesta.

- PING entre ambos PC de usuario: Con resultado satisfactorio.
6. **Pruebas de envío y recepción de mensajería:** Se ha utilizado todo el sistema para enviar un conjunto de mensajes entre los dos usuarios. El resultado de estas pruebas ha sido satisfactorio en ambos casos, dado que los dos usuarios han recibido dichos mensajes sin ningún tipo de pérdida.

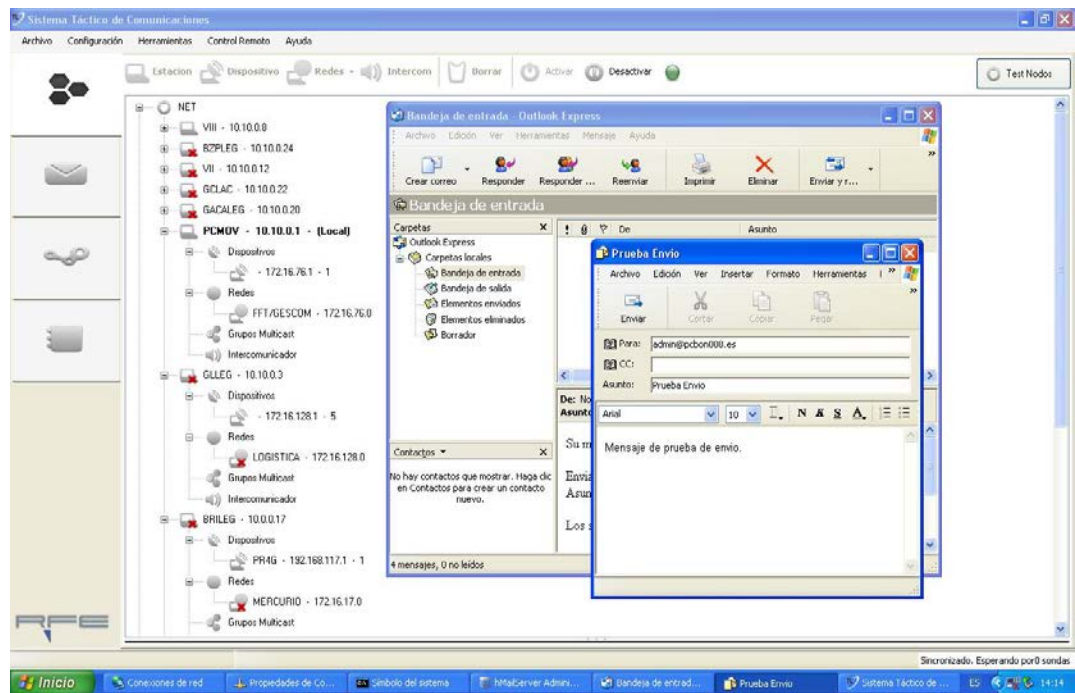


Ilustración 19. Envío mensaje GESCOM.

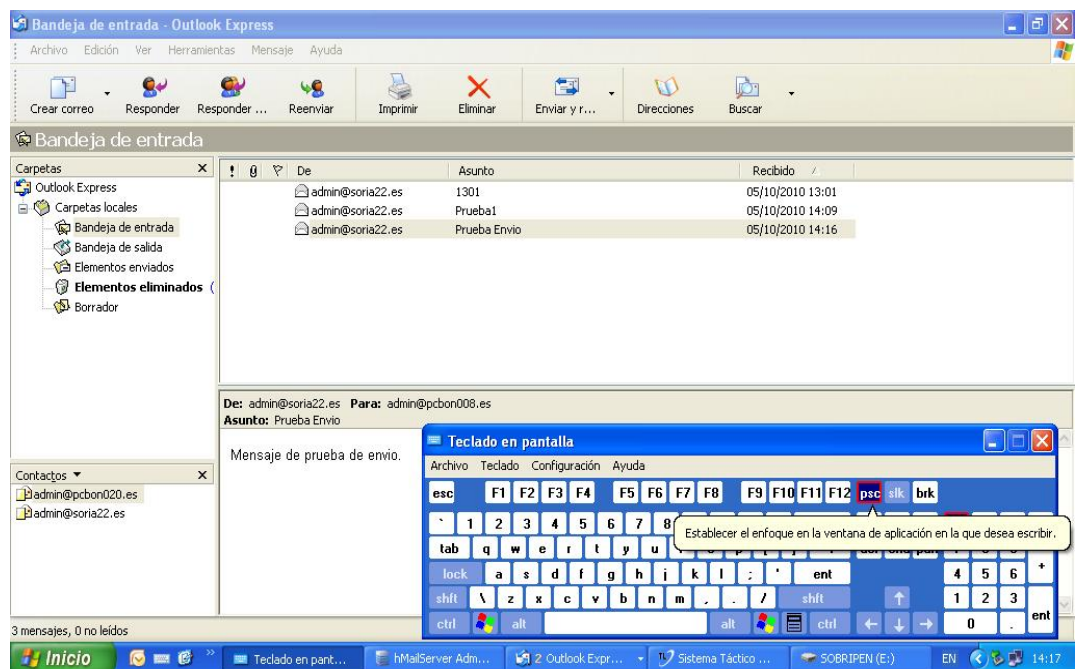


Ilustración 20. Recepción mensaje GESCOM.

5.3 Pruebas de Distancia

En los siguientes apartados, se resumen y analizan los resultados obtenidos de las pruebas de distancia del sistema. Dichas pruebas han sido realizadas con el programa GESCOM, dado que permite la posibilidad de estudiar la reacción del sistema ante el envío de paquetes de información de diferentes tamaños.

Se han realizado así mismo dos tipos de pruebas de distancia. La primera de ellas, recoge un estudio del comportamiento del sistema dentro de un enlace punto a punto¹² y para paquetes de información y distancias variables. La segunda, recoge una comunicación entre los puestos de mando de las diferentes banderas de la BRIL, con un tamaño fijo de paquete de información y distancia variable.

5.3.1 Pruebas Punto a Punto

Para estas pruebas, se ha tenido en cuenta la misma configuración que en las pruebas de conectividad del sistema. Tanto las direcciones IP de los dispositivos (Usuarios, Radio) como las IP de las redes (LAN y WAN) eran las mismas.

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

Tabla 1. Resultados Pruebas Punto a Punto.

Como se puede apreciar en la tabla 1, el tiempo comprendido entre el envío y la recepción de los archivos es demasiado elevado. Esto es debido fundamentalmente a la capacidad y velocidad de transmisión de datos de la PR4G-V3 en su modo IPSAP, cuya velocidad de transferencia de datos alcanza en el mejor de los casos los 19,2 Kbps. En este caso, hay que tener en cuenta factores como la distancia, la climatología y los elementos radiantes (antenas) a utilizar, lo cual influye en gran medida a la calidad de emisión y recepción de los archivos.

Para una distancia de 1,5 Km, se han logrado recepcionar todos los archivos hasta un tamaño máximo de 500 KB. Conforme aumenta el tamaño de archivo, el tiempo aumenta casi de forma lineal debido a que el enlace era óptimo. El archivo de 1 MB se ha descartado dado que no se ha recepcionado en ninguno de los casos, colapsando el sistema y obligando a reiniciarlo.

Para una distancia de 2,5 Km, se han recepcionado los archivos hasta un tamaño máximo de 500 KB, descartando el de 1 MB. La diferencia conforme al apartado anterior, es que el tiempo entre la emisión y recepción deja de ser cuasi lineal para adoptar ya una forma exponencial, sobre todo a medida que aumentamos el tamaño del archivo.

¹² Solo existen dos usuarios. Uno emisor y otro receptor y viceversa.

Por último, se puede apreciar que, para las distancias de 3,5 Km y 5 Km, los paquetes de datos recepcionados eran únicamente del tamaño de 50 KB y 100 KB, descartándose el resto de paquetes. Los tiempos de recepción aumentan considerablemente con la distancia y tamaño de archivo, llegando a ser en el último de los casos de 5 minutos para un archivo de únicamente 100 KB.

Se puede llegar a la conclusión de que el principal problema del sistema radica actualmente en la arquitectura de este, dejando clara constancia de la limitación que supone el radioteléfono PR4G-V3 para la transmisión de datos en un caso tan simple como una conexión punto a punto.

5.3.2 Pruebas de varios usuarios

En este caso, se han realizado unas pruebas entre varios elementos de la BRIL, con el objetivo de estudiar la respuesta del sistema ante una situación real y con múltiples usuarios enlazados al mismo tiempo.

Debido al número de usuarios, únicamente se ha hecho la prueba con un tamaño de paquete de datos de 50 KB, con la finalidad de evitar colapsos y saturaciones de este mismo. El esquema que se ha seguido para la realización de esta prueba es el siguiente:

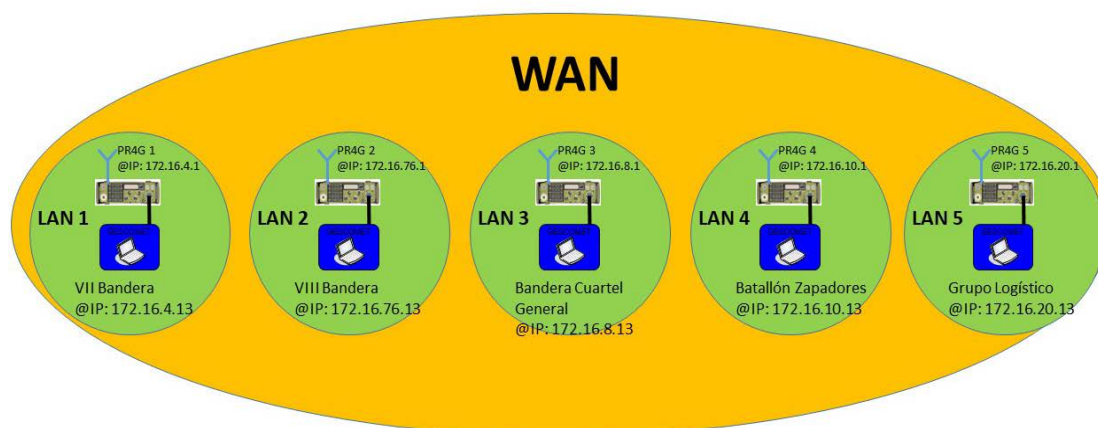


Ilustración 21. Esquema Conexión de varios usuarios.

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

Tabla 2. Resultados Pruebas de Varios Usuarios.

Se puede apreciar en la Tabla 2 que conforme el número de usuarios es mayor, el sistema tiene dificultad para asignar los recursos oportunos a cada uno. Este hecho se refleja en los tiempos de envío y recepción tan dispares reflejados en la Tabla 2 anterior. Además, cabe destacar que esta gran diferencia entre los tiempos de recepción que poseen las banderas de la BRIL, se debe en mayor parte a la calidad del enlace efectuado y a las estaciones utilizadas para la prueba. En el caso de las banderas de infantería, la estación es un PCBON, mientras que en las banderas restantes se ha empleado un SORIA para el caso de la Bandera de Cuartel General, y dos MERCURIO para la Bandera de Zapadores y Grupo Logístico.

Análisis de Funcionamiento

De todos modos, podemos observar que los tiempos de envío y recepción son demasiado elevados para un tamaño de archivo uniforme de 50 KB, lo que denota que, al aumentar el número de usuarios del sistema, este baja su rendimiento de una forma drástica e incluso llega a un estado de saturación en algunos casos.

Por otra parte, vemos que el aumento de distancia afecta de una manera mucho mayor al sistema cuando este se encuentra funcionando con múltiples usuarios, debido a que para distancias que superan los 5 km, los tiempos de envío y recepción se elevan de forma exponencial.

Finalmente, podemos añadir a los problemas generados por la capacidad de transmisión de datos de la PR4G-V3, el problema que tiene el sistema de funcionar a pleno rendimiento cuando el número de usuarios es elevado, llegando en muchos casos al colapso.

6 Conclusiones, trabajos futuros y valoración personal

6.1 Conclusiones

Tras el estudio realizado acerca de la capacidades y limitaciones del sistema BMS, podemos llegar a la conclusión de que este sistema ofrece un conjunto de capacidades que facilitan en gran medida la función de Mando y Control de PU, tales como el posicionamiento en tiempo real con capacidad de guiado de unidades, la posibilidad de enviar mensajes de correo electrónico con archivos adjuntos, o la capacidad de poder unirse a un chat de grupo para facilitar la labor de comunicación entre los diferentes componentes de la unidad de maniobra.

No obstante, este sistema tan útil posee una serie de limitaciones que impiden que funcione a pleno rendimiento o incluso llegue a colapsar en algunas ocasiones.

La limitación más importante extraída del estudio del sistema es la ofrecida por la arquitectura de red del mismo. El radioteléfono PR4G V3, en el cual se basa esta arquitectura, no soporta el ancho de banda necesario para la transmisión de información, y hace que se cree un retardo importante en el envío de esta llegando en ocasiones incluso a colapsarlo. Este hecho hace fundamental sustituir el medio radio hasta, ahora utilizado por otro con mayor ancho de banda y que se adapte a las características del sistema.

Por otro lado, existen las limitaciones en cuanto a soporte e integración se refiere. Un SO desactualizado, junto a la escasez de licencias, hacen que el sistema no pueda funcionar a pleno rendimiento o incluso no de soporte a los usuarios que lo necesitan. Además, el hecho de no poder integrarse con otros sistemas de índole similar, hace que el sistema se vea aislado sobre todo en maniobras conjunto y conjunto combinadas con otros países.

Finalmente, es necesario que el ET ofrezca más formación y más cursos sobre el sistema, dado que el número de expertos en este ámbito es bastante limitado. En un mundo como el de hoy en día, en el que las operaciones en el exterior están en continuo cambio y se hace necesario el conocimiento de todos los ámbitos del campo de batalla mediante la explotación de los medios CIS, el número de personas que dominen sistemas de esta índole se hace cada vez más necesario.

6.2 Líneas Futuras de Trabajo

Debido a la gran limitación que posee el sistema BMS a día de hoy focalizada principalmente en el empleo del radioteléfono PR4G V3 como medio radio de transmisión de datos, se ofrecen dos líneas futuras de trabajo para paliar dicha limitación.

La primera y más viable económicamente, es la realización de un estudio para la sustitución de la PR4G V3 por la radio Harris 117G de fabricación americana en la infraestructura RRC. Aunque el ET ya posee esta radio, las unidades adquiridas de esta son muy pocas y de momento no se contempla la sustitución de la actual PR4G V3.

La segunda y que requiere un poco más de coste por parte del ET es el desarrollo de una radio SDR de fabricación nacional que pueda sustituir a las actuales radios. La ventaja que esto supondría para el ET es que se tendrían los plenos derechos de esta y se podría definir una forma de onda única y modificable.

6.3 Valoración Personal

Este Trabajo Fin de Grado supone la culminación de los estudios realizados en la AGM tanto militares como los correspondientes a la Ingeniería de Organización Industrial. Durante esta etapa, los conocimientos adquiridos en las diferentes asignaturas cursadas, han servido para poder utilizar

Conclusiones

determinadas herramientas de análisis como el método Delphi o el *Focus Group* o incluso obtener la flexibilidad para aprender a utilizar otras.

Pero, sin duda alguna, tanto las prácticas externas (PEXT) como este TFG, han servido de gran utilidad para adquirir una serie de conocimientos y experiencias que seguramente me serán de gran ayuda en un futuro en mi carrera profesional.

En cuanto a las PEXT, es importante destacar la experiencia vivida y los conocimientos adquiridos en cuanto al mando de una sección se refiere. El buen ambiente y el gran trabajo en grupo que existe actualmente en la BRIL Rey Alfonso XIII de la Legión han contribuido sin duda a facilitar el proceso de aprendizaje y a recibir una dosis de ilusión de cara a un futuro cercano.

Finalmente, y en cuanto al TFG, destacar los conocimientos adquiridos en cuanto al sistema estudiado que, sin duda alguna, será con lo que tenga que lidiar próximamente en mi carrera profesional.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ministerio de Defensa, «Plan de Modernización de los Sistemas de Mando, Control y Comunicaciones del ET» 2015.
- [2] Mando de Adiestramiento y Doctrina, PD4-101 Batallón de Infantería Ligera, 2009.
- [3] Mando de Adiestramiento y Doctrina, DO2-008 Doctrina de Mando y Control, 2005.
- [4] International Military Staff NATO, Minimum Level of Command and Control Service Capabilities in Support of Combined Joint NATO Led Operations, 2017.
- [5] JCISAT, «Interfaz de Datos Tácticos» Cádiz, 2016.
- [6] Regimiento de Transmisiones 21, «Pruebas de Diodo Efectuadas entre FFT y SIMACET» Valencia, 2014.
- [7] P. Hernández Salazar, Métodos cualitativos para estudiar a los usuarios de la información, México: Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas, 2008.
- [8] D. L. Morgan, The Focus Group Guidebook, Focus Group Kit, 1998.
- [9] J. Landeta, El Método Delphi, ARIEL, 2002.
- [10] «Question Pro» Available: <https://www.questionpro.com>. [Último acceso: Octubre 2017].
- [11] Amper, *Manual de Operador Avanzado PR4G*.
- [12] HARRIS, *RF-5800H-MP Radio de Mochila Manual de Funcionamiento*, 2003.
- [13] HARRIS, *AN/PRC 177G Multiband Manpack Radio Operation Manual*, 2011.
- [14] D. A. Jaime, *Configuración Básica de los Dispositivos de la Estación PCBON/ Grupo sobre VAMTAC*, 2014.
- [15] GENBETA, «Sistemas Operativos de 32 y 64 bit». Available: <https://www.genbeta.com>. [Último acceso: Octubre 2017].
- [16] Regimiento de Transmisiones 21, «Informe Final sobre el Diodo de Datos Thales» Valencia, 2014.
- [17] INDRA, *Manual de instalación software BMS-LINCE*, 2016.
- [18] INDRA, *Manual de Mantenimiento de 1º y 2º Escalón BMS-LINCE*, 2016.

(Página intencionadamente en blanco)

TABLA DE ANEXOS

ANEXO A: Actividades y Diagrama de Gantt
ANEXO B: Guión Focus Group
ANEXO C: Primera Encuesta
ANEXO D: Segunda Encuesta
ANEXO E: Resultados Primera Encuesta
ANEXO F: Resultado Segunda Encuesta

(Página intencionadamente en blanco)

ANEXO A: RESUMEN DE ACTIVIDADES Y DIAGRAMA DE GANTT

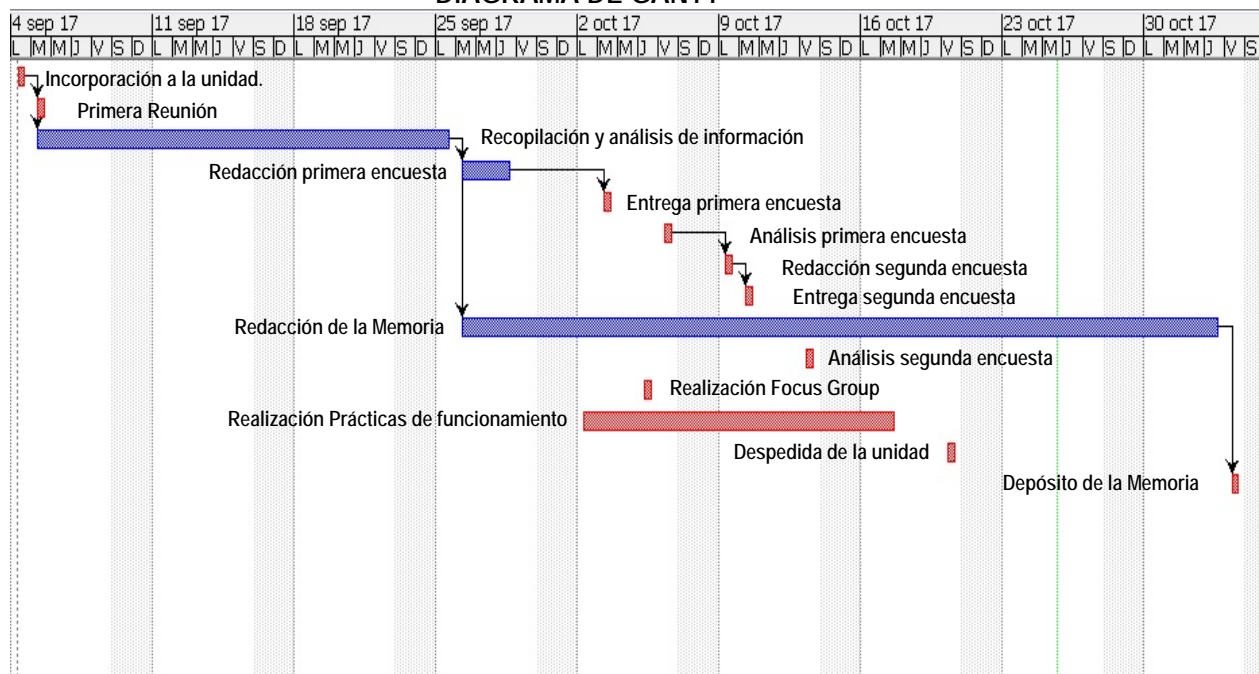
En el siguiente Anexo se incluye la programación y las actividades efectuadas para la realización del proyecto. Las actividades aparecen numeradas y cada una incluye tanto la fecha de inicio como la de finalización de dicha tarea. Además, se incluye el número de actividad predecesora, puesto que muchas de ellas eran actividades dependientes de otras.

En el diagrama de Gantt, se puede ver la programación del proyecto junto a sus actividades de una forma más esquemática, donde se añaden también las dependencias de las diferentes actividades.

ACTIVIDADES REALIZADAS

Nº ACTIVIDAD	NOMBRE	DURACIÓN	INICIO	FIN	PREDECESOR
1	Incorporación a la Unidad	1 día	4/9/2017	4/9/2017	
2	Primera Reunión (Tutor Militar)	1 día	5/9/2017	5/9/2017	1
3	Recopilación y análisis de información	1 día	5/9/2017	25/9/2017	1
4	Redacción Primera encuesta	3 días	26/9/2017	28/9/2017	3
5	Entrega primera encuesta	1 día	3/10/2017	3/10/2017	4
6	Análisis primera encuesta	1 día	6/10/2017	6/10/2017	
7	Redacción segunda encuesta	1 día	9/10/2017	9/10/2017	6
8	Entrega segunda encuesta	1 día	10/10/2017	10/10/2017	7
9	Redacción de la Memoria	28 días	26/9/2017	2/11/2017	3
10	Análisis segunda encuesta	1 día	13/10/2017	13/10/2017	
11	Realización <i>Focus Group</i>	1 día	5/10/2017	5/10/2017	
12	Realización Prácticas de funcionamiento	12 días	2/10/2017	17/10/2017	
13	Despedida de la unidad		20/10/2017	20/10/2017	
14	Depósito de la Memoria	1 día	3/11/2017	3/11/2017	9

DIAGRAMA DE GANTT



(Página intencionadamente en blanco)

ANEXO B: GUIÓN FOCUS GROUP SISTEMA BMS (BATTLEFIELD MANAGEMENT SYSTEM)

1. INTRODUCCIÓN DE LOS PARTICIPANTES

Breve introducción de cada participante incluyendo el empleo, unidad de destino y desempeño que posee con el sistema BMS.

2. EXPLICACIÓN DEL MÉTODO

Explicación del método a llevar a cabo, así como los diferentes puntos a tratar en el orden de la reunión y los objetivos a perseguir de cada uno. Se pide permiso de cada participante para que dé su consentimiento a la hora de grabar la reunión.

3. VALORACIÓN Y EXPERIENCIA PERSONAL DEL BMS DE BRIGADA

- Valoración personal software FFT.
- Valoración y experiencia personal con el software de posicionamiento incluyendo valoraciones sobre efectividad, compatibilidad y uso de este mismo.
- Valoración personal software GESCOM.
- Valoración y experiencia personal con el software de mensajería incluyendo valoraciones sobre efectividad, compatibilidad y uso de este mismo.

4. CAPACIDADES QUE OFRECE EL BMS EN EL C2 DE BRIGADA

Resumen de las más importantes capacidades que posee el sistema para el Mando y Control de las pequeñas unidades, analizando tanto su efectividad como utilidad en el marco de maniobra de dicha unidad.

5. LIMITACIONES QUE OFRECE EL BMS

- Arquitectura de Red.
- Software.
- Mando y Control.

6. ANÁLISIS PROSPECTIVO DEL SISTEMA

- Introducción del software BMS-ET en la Brigada.
- Capacidades y Limitaciones que el nuevo software ofrecerá.

7. RESUMEN DE LA REUNIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Se informa y comentan los aspectos más importantes y las ideas clave que se han extraído en la reunión y se agradece la colaboración a los expertos.

8. DESPEDIDA DEL GRUPO

(Página intencionadamente en blanco)

ANEXO C: MODELO DE ENCUESTA 1

SISTEMA BMS (BATTLEFIELD MANAGEMENT SYSTEM)

La siguiente encuesta está enmarcada dentro del trabajo de fin de grado (TFG) *Capacidades y limitaciones del sistema BMS* mediante la cual se tiene la finalidad de conocer las diferentes valoraciones que el personal, tanto jefes de unidad como usuarios del sistema tienen respecto a condiciones de fiabilidad, arquitectura, diseño, formación y comunicación del sistema para de este modo realizar un análisis cualitativo sobre las capacidades y limitaciones que éste posee. El método cualitativo a emplear es el método Delphi, mediante el cual se realizará un conjunto de dos encuestas separadas en un margen concreto de tiempo. Esta encuesta se corresponde a la primera de ellas. La encuesta es totalmente anónima y dirigida a todo tipo de personal. Se pide a los encuestados que respondan de la manera más sincera posible.

INSTRUCCIONES

Se harán un conjunto de preguntas correspondientes a los apartados descritos anteriormente en los cuales el encuestado deberá valorar del 1 al 5 las diferentes capacidades que posee el sistema, siendo 1 el nivel más bajo de satisfacción y 5 el más alto.

Del mismo modo, también habrá un apartado de no sabe/ no contesta en caso de que el encuestado desconozca la capacidad de la cual se le pregunta.

Para el modelo impreso, deberán rellenarse los campos con un aspa de forma que esta no sobresalga del espacio habilitado para la respuesta.

Al final de dicha encuesta, se facilitará un apartado de valoración personal en donde el encuestado podrá resumir su opinión personal así como aspectos a tener en cuenta relativos al sistema.

Gracias de antemano por su colaboración

CAC. Juan Manuel García Sobrido

ACADEMIA GENERAL MILITAR

583573@unizar.es

SISTEMA BMS (BATTLEFIELD MANAGEMENT SYSTEM)

FIABILIDAD

En este apartado se pretenden valorar una serie de características referentes a la fiabilidad del sistema tales como velocidad de transmisión, tiempo de llegada y salida de mensajes o tiempo de actualización de información.

1. Velocidad en el envío de información entre estaciones de radio.

1	2	3	4	5	NC

2. Velocidad en la recepción entre estaciones de radio.

1	2	3	4	5	NC

3. Tiempo que tarda en actualizarse la posición de cada unidad en el mapa interactivo (FFT)

1	2	3	4	5	NC

4. Percepción en el tiempo de envío y recepción de mensajes.

1	2	3	4	5	NC

5. Efectividad en el envío y recepción de los mensajes.

1	2	3	4	5	NC

ARQUITECTURA DEL SISTEMA

En este apartado se pretenden valorar las capacidades que poseen los diferentes elementos dentro de arquitectura del sistema. Dichos elementos, son los que sirven de soporte al flujo de información dentro de dicho sistema.

6. Capacidad de transmisión de la PR4G en modo IPSAP.

1	2	3	4	5	NC

7. Capacidad de transmisión de la PR4G en modo IPMUX.

1	2	3	4	5	NC

8. Capacidad de transmisión de la Harris 5800 en modo 3G.

1	2	3	4	5	NC

9. Capacidad de transmisión de la Harris 117G en modo ANW2C.

1	2	3	4	5	NC

10. Satisfacción general con la arquitectura del sistema.

1	2	3	4	5	NC

DISEÑO DE LA ESTACIÓN

Este apartado pretende valorar el diseño de la estación PCBON en cuanto a disponibilidad, situación y efectividad de los medios que se ponen a disposición en ésta para la administración y el empleo del sistema por parte de los diferentes usuarios.

11. Dotación de medios.

1	2	3	4	5	NC

12. Diseño de las diferentes ubicaciones de los puestos tácticos.

1	2	3	4	5	NC

13. Situación de los diferentes puestos tácticos.

1	2	3	4	5	NC

14. Habitabilidad y disposición de los equipos de transmisiones en la estación.

1	2	3	4	5	NC

15. Satisfacción en general con el diseño de la estación.

1	2	3	4	5	NC

SISTEMA BMS (BATTLEFIELD MANAGEMENT SYSTEM)

16. Dotación de medios de las diferentes versiones de la estación.

1	2	3	4	5	NC

17. Capacidad de despliegue de todos los servicios CIS en la tienda de avance de la estación.

1	2	3	4	5	NC

COMUNICACIÓN E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA

En este apartado se pretende valorar la facilidad de comunicación que el sistema BMS posee con respecto a otros sistemas de mando y control existentes.

18. Facilidad de comunicación con SIMACET. Posicionamiento, mensajería.

1	2	3	4	5	NC

19. Comunicación con otros sistemas de mando y control de pequeñas unidades.

1	2	3	4	5	NC

20. Facilidad de comunicación con otros sistemas OTAN similares.

1	2	3	4	5	NC

21. ¿Está el sistema integrado en las pequeñas unidades?

1	2	3	4	5	NC

22. Valoración general de las comunicaciones e integraciones que posee el sistema.

1	2	3	4	5	NC

FORMACIÓN

En este apartado se pretende valorar la disponibilidad de información y formación en cursos tanto para la administración y gestión del sistema como para el uso del mismo.

23. Disponibilidad de documentación para manejo y administración del sistema.

1	2	3	4	5	NC

24. Disponibilidad de cursos de formación para la comprensión y empleo del sistema a nivel usuario.

1	2	3	4	5	NC

25. Disponibilidad de cursos de formación para la administración del sistema.

1	2	3	4	5	NC

26. Disponibilidad de personal capacitado tanto para el uso como administración del sistema.

1	2	3	4	5	NC

27. Conocimiento personal del sistema BMS.

1	2	3	4	5	NC

OBSERVACIONES Y VALORACIÓN PERSONAL.

--

(Página intencionadamente en blanco)

ANEXO D: MODELO DE ENCUESTA 2 SISTEMA BMS (BATTLEFIELD MANAGEMENT SYSTEM)

La siguiente encuesta se corresponde con la última encuesta del método Delphi iniciado el pasado día 3 de Octubre de 2017 mediante la primera ronda de encuestas. Para esta segunda ronda, se ha realizado un estudio estadístico de los resultados de la primera encuesta de modo que se han seleccionado aquellos principales inconvenientes que para el grupo de encuestados, han sido los que más limitan el sistema BMS en su conjunto.

Tras los resultados estadísticos, las principales limitaciones del sistema radican en su arquitectura, integración y comunicación con otros sistemas, diseño de la estación PCBON y formación. De estos apartados, tanto la arquitectura del sistema como la integración del mismo han sido los más destacados, por lo que comprenderán el mayor número de preguntas.

INSTRUCCIONES

Se harán un conjunto de preguntas correspondientes a los apartados descritos anteriormente en los cuales el encuestado deberá marcar con un aspa la opción que considere más correcta (En el caso de la encuesta digital, simplemente seleccionará la respuesta que considere correcta).

Del mismo modo, también habrá un apartado de no sabe/ no contesta en caso de que el encuestado desconozca la capacidad de la cual se le pregunta.

Al final de dicha encuesta, se facilitará un apartado de valoración personal en donde el encuestado podrá resumir su opinión personal así como aspectos a tener en cuenta relativos al sistema y, así mismo, valorar el proceso mediante el cual se ha realizado el estudio.

Gracias de antemano por su colaboración

CAC. Juan Manuel García Sobrido

ACADEMIA GENERAL MILITAR

583573@unizar.es

SISTEMA BMS (BATTLEFIELD MANAGEMENT SYSTEM)

INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA

En este apartado se pretende abordar las principales limitaciones que posee la infraestructura de red del sistema, así como obtener las soluciones más viables y efectivas para solucionar dichas limitaciones.

1. ¿Cree usted que la actual arquitectura de red no es capaz de soportar el flujo de datos del sistema?
☐ SI
☐ NO
☐ NS/NC
2. En su opinión, ¿está el radioteléfono PR4G V3 obsoleto para soportar este sistema?
☐ SI
☐ NO
☐ NS/NC
3. ¿Debería el Ejército de Tierra renovar la actual arquitectura de red?
☐ SI
☐ NO
☐ NS/NC
4. En caso afirmativo, ¿qué medio considera el más adecuado para sustituir a los que conforman la actual arquitectura de red?
☐ Otro medio radio con mayor ancho de banda.
☐ Un medio satélite. Ej.: Sat on the Move (SOTM).
☐ No sustituiría ningún medio.
5. En caso de elegir otro medio radio, ¿qué elegiría?
☐ Harris 117G
☐ Otra radio SDR (Radio definida por software) de fabricación nacional. Es necesaria la inversión en I+D+I.
☐ Otro medio radio.
6. ¿Supone el Sistema Operativo actual una limitación para el sistema?
☐ SI
☐ NO
☐ NS/NC
7. ¿Debería migrarse a otro Sistema Operativo más actualizado?
☐ SI
☐ NO
☐ NS/NC
8. ¿Cree usted que existen suficientes licencias BMS?
☐ SI
☐ NO
☐ NS/NC

SISTEMA BMS (BATTLEFIELD MANAGEMENT SYSTEM)

INTEGRACIÓN Y COMUNICACIÓN CON OTROS SISTEMAS

Dado que el sistema BMS posee problemas de integración y comunicación con otros sistemas existentes, en este apartado se pretenden abordar diversas vías para de este modo poder solucionarlo.

9. ¿Cree usted que el sistema tiene problemas de integración con SIMACET?
☐ SI
☐ NO
☐ NS/NC

10. ¿Cree usted que el sistema tiene problemas de integración con otros sistemas similares? Ej.: TALOS, sistemas OTAN...
☐ SI
☐ NO
☐ NS/NC

11. ¿Deberían incorporarse nuevas pasarelas para facilitar la integración con otros sistemas?
☐ SI
☐ NO
☐ NS/NC

DISEÑO DE LA ESTACIÓN

Este apartado pretende valorar el diseño de la estación PCBON en cuanto a disponibilidad, situación y efectividad de los medios que se ponen a disposición en ésta para la administración y el empleo del sistema por parte de los diferentes usuarios.

12. ¿Cree usted que la estación no posee los medios suficientes para efectuar la labor de Mando y Control?
☐ SI
☐ NO
☐ NS/NC

13. De ser así, ¿qué medios añadiría usted?
☐ Más medios HF
☐ Más medios VHF
☐ Medios satélite

FORMACIÓN

En este apartado se pretende valorar la disponibilidad de información y formación en cursos tanto para la administración y gestión del sistema como para el uso del mismo.

14. ¿Cree usted que el Ejército de Tierra debería habilitar más cursos de formación acerca del sistema?
☐ SI
☐ NO
☐ NS/NC

15. ¿Cree usted que el Ejército de Tierra debería redactar un manual de administración y funcionamiento del sistema?

- ☐ SI
- ☐ NO
- ☐ NS/NC

OBSERVACIONES Y VALORACIÓN PERSONAL.

(Página intencionadamente en blanco)

ANEXO E: RESULTADOS ENCUESTA 1
SISTEMA BMS (BATTLEFIELD MANAGEMENT SYSTEM)

Nº Encuesta Preguntas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	3	4	1	2	1	4	NC	2	1	NC	NC	NC
2	3	4	1	2	1	4	2	2	1	2	NC	2
3	1	4	1	1	2	3	1	2	1	3	3	3
4	3	4	1	2	1	3	2	1	1	3	3	3
5	3	4	1	2	3	4	2	3	1	5	4	5
6	1	4	3	2	NC	5	2	3	NC	2	NC	2
7	2	3	1	1	NC	3	1	3	NC	3	NC	3
8	3	2	4	3	NC	5	4	NC	NC	1	NC	1
9	NC	5	5	4	NC	NC	4	NC	NC	NC	NC	5
10	2	4	3	1	NC	4	2	3	NC	1	NC	1
11	2	4	2	2	2	4	2	2	3	1	4	1
12	1	3	2	1	2	3	3	3	3	2	3	2
13	1	3	2	1	3	3	4	3	3	2	2	2
14	2	3	2	1	3	3	3	2	4	4	3	4
15	1	3	2	1	2	3	3	2	3	1	3	1
16	NC	3	2	2	2	3	2	2	3	NC	3	NC
17	1	2	2	1	3	4	4	1	3	NC	1	NC
18	NC	NC	2	2	1	NC	NC	NC	1	NC	NC	NC
19	NC	NC	2	2	1	4	1	NC	1	NC	NC	NC
20	NC	NC	3	2	1	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
21	1	3	3	2	1	2	4	3	1	NC	4	NC
22	1	4	3	3	1	3	2	2	1	NC	4	NC
23	2	2	3	3	3	3	3	3	3	NC	2	NC
24	1	2	3	1	2	3	4	3	3	NC	1	NC
25	2	2	3	1	2	3	3	2	3	NC	4	NC
26	4	2	3	2	2	3	4	3	2	NC	4	NC
27	2	2	3	4	2	2	4	3	2	NC	4	NC

FIABILIDAD

ARQUITECTURA DEL SISTEMA

DISEÑO DE LA ESTACIÓN

COMUNICACIÓN E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA

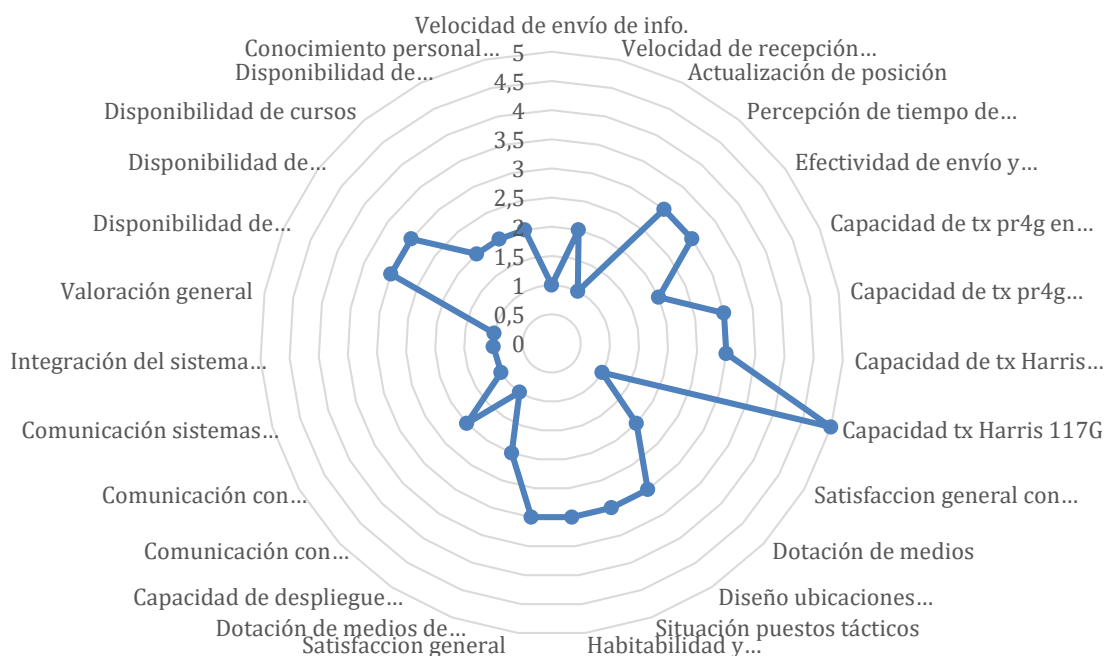
FORMACIÓN

Cuestión	Media Ponderada	Descripción	Moda
1	2,2	Velocidad de envío de info.	1
2	2,1	Velocidad de recepción de info.	2
3	2,0	Actualización de posición	1
4	2,2	Percepción de tiempo de envío y recepción de info.	3
5	3,0	Efectividad de envío y recepción de info.	3
6	2,6	Capacidad de tx pr4g en modo ipsap	2
7	2,2	Capacidad de tx pr4g ipmux	3
8	2,8	Capacidad de tx Harris 5800	3
9	4,6	Capacidad tx Harris 117G	5
10	2,3	Satisfacción general con la arquitectura sistema	1
11	2,4	Dotación de medios	2
12	2,3	Diseño ubicaciones puestos tácticos	3
13	2,4	Situación puestos tácticos	3
14	2,8	Habitabilidad y disposición de equipos	3
15	2,1	Satisfacción general	3
16	2,4	Dotación de medios de las versiones de la estación	2
17	2,2	Capacidad de despliegue de los servicios CIS en la tienda de avance	1
18	1,5	Comunicación con SIMACET	2
19	1,8	Comunicación con sistemas de PU	1
20	2,0	Comunicación sistemas OTAN	#N/A
21	2,4	Integración del sistema en las unidades	1
22	2,4	Valoración general	1
23	2,7	Disponibilidad de documentación para manejo y administración	3
24	2,3	Disponibilidad de documentación a nivel usuario	3
25	2,5	Disponibilidad de cursos	2
26	2,9	Disponibilidad de personal capacitado	2
27	2,8	Conocimiento personal del encuestado	2

Media Ponderada



Moda



(Página intencionadamente en blanco)

ANEXO F: RESULTADOS ENCUESTA 2 SISTEMA BMS (BATTLEFIELD MANAGEMENT SYSTEM)

Nº Encuesta \ Preguntas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2	SI	SI	NC	NC	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI
3	SI	SI	NC	NC	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4	RAD/SAT	RAD	RAD	RAD	RAD	RAD	RAD	RAD	SAT	RAD/SAT	RAD	RAD/SAT
5	117G/SAT	117G	117G	SAT	117G	SAT	SAT	117G	OTRO	117G/SAT	117G	117G/SAT
6	SI	NC	NC	NC	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
7	SI	NC	SI	NC	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
8	NO	NO	NC	NC	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
9	NC	NC	NC	SI	SI	NC	SI	NC	SI	NC	SI	SI
10	NC	NC	NC	SI	SI	NC	SI	NC	NC	NC	SI	SI
11	SI	SI	NC	SI	SI	NC	SI	NC	SI	SI	SI	SI
12	SI	SI	NO	NC	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
13	SAT	HF/VHF/SAT	SAT	HF/SAT	HF/SAT	HF	SAT	SAT	SAT	SAT	SAT	SAT
14	SI	SI	SI	NC	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
15	SI	SI	SI	NC	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

■ FIABILIDAD Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA

■ INTEGRACIÓN DEL SISTEMA

■ DISEÑO DE LA ESTACIÓN

■ FORMACIÓN

1	SI	NO	NS/NC
	11	1	0
2	SI	NO	NS/NC
	8	2	2
3	SI	NO	NS/NC
	10	0	2
4	RADIO	SOTM	NO AÑADIR
	11	4	0
5	HARRIS 117G	RADIO SDR	OTRO
	8	6	1
6	SI	NO	NS/NC
	8	1	3
7	SI	NO	NS/NC
	9	1	2
8	SI	NO	NS/NC
	1	9	2
9	SI	NO	NS/NC
	6	0	6
10	SI	NO	NS/NC
	5	0	7
11	SI	NO	NS/NC
	9	0	3

12	SI	NO	NS/NC
	10	1	1
13	HF	VHF	SATELITE
	4	1	11
14	SI	NO	NS/NC
	11	0	1
15	SI	NO	NS/NC
	11	0	1