



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

ESTRUCTURA DE APLICACIÓN DE MANDO Y CONTROL PARA EL EMPLEO DE PEQUEÑAS UNIDADES HASTA NIVEL PELOTÓN

Autor

C.A.C. D. Ignacio Ariño Alfaro

Director/es

Director académico: Dra. D^a María Teresa Lozano Albalade

Director militar: Capitán D. Marcos Canosa Betés

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

Año 2021

[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]

Agradecimientos

Me gustaría comenzar agradeciendo a mi Directora Académica Dra. D^a María Teresa Lozano Albalate por su guía, apoyo y revisión del presente Trabajo de Fin de Grado. Agradecerle su interés y su voluntad para mejorar constantemente los contenidos del trabajo. Así mismo, quería mostrar mi agradecimiento a todos los profesores del Centro Universitario de la Defensa sin cuyas enseñanzas no hubiese sido posible la realización de este trabajo.

A todos los profesores y militares de la Academia General Militar y Academia de Infantería por su permanente disposición en la formación técnica, táctica y moral que un Oficial de Infantería del Ejército de Tierra requiere. En concreto, al Capitán D. Ramón García Porqueres por haber sido quién marcó mis primeros pasos en mi formación como militar y saber transmitir los valores que esta profesión requiere.

Quiero agradecer al Regimiento de Infantería “Príncipe” N^o 3 por su participación y entrega en la recopilación de información relevante para la realización de las investigaciones y análisis que en este trabajo se recogen. Especialmente, al Capitán D. Marcos Canosa Betés, al Teniente D. David Rouco Vázquez y a todos los cuadros de mando y personal de tropa de la Compañía de Mando y Apoyo del Batallón de Infantería Protegido “San Quintín”, en especial a la Sección de Reconocimiento I/3.

A mis compañeros de la LXXVII promoción de la Academia General Militar, especialmente a mis compañeros del arma de Infantería quienes supieron materializar el valor del compañerismo.

Me complace finalizar mis agradecimientos destacando con la misma importancia a mi familia y amigos por su ayuda y apoyo incondicional. Concretamente, a mis padres y hermano, que desde el primer día comprendieron plena disponibilidad y el sentimiento del deber que la carrera de las armas requiere.

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza el diseño de una estructura de aplicación para el mando y control de las pequeñas unidades de Infantería hasta nivel pelotón. Los sistemas de mando y control son utilizados para poder realizar las coordinaciones necesarias durante la fase de planeamiento y el desarrollo de los combates, de tal forma que permiten a los jefes de unidad disponer rápidamente de información actualizada. Para el desarrollo de la estructura de aplicación se ha tomado como referencia el sistema de mando y control *Battlefield Management System* (BMS), actualmente utilizado por las unidades del Ejército de Tierra.

Actualmente, los sistemas de mando y control de los que dispone el Ejército de Tierra están diseñados para el mando y control de las grandes unidades. Por ello, en ocasiones las pequeñas unidades no cuentan con los medios necesarios para poder ejercer el mando y control de sus unidades.

La metodología empleada recoge técnicas cualitativas, cuantitativas y herramientas propias de la informática. Las entrevistas y encuestas han sido la herramienta fundamental para la obtención de información sobre las necesidades y carencias de los medios de mando y control, además, mediante la matriz de decisión se ha podido averiguar cuál es el medio de transmisiones óptimo para la utilización de la aplicación. Las herramientas de informática, modelo C4 y diseño de bases de datos mediante el modelo relacional, han permitido desarrollar la estructura de aplicación, así como expresarla gráficamente.

La solución que desde este trabajo se propone es la implementación de una aplicación de mando y control adecuada a todos los cuadros de mando. La estructura de aplicación que en el trabajo se desarrolla pretende superar las limitaciones que actualmente el sistema de mando y control BMS supone.

La posibilidad de tener una estructura de aplicación de mando y control son los primeros pasos para disponer finalmente de una aplicación de mando y control que permita adquirir y compartir información actualizada rápidamente en beneficio de las operaciones militares, razón por la cual, se propone dicha implementación como trabajo futuro.

PALABRAS CLAVE

Estructura de aplicación, sistema de mando y control, pequeñas unidades, medios de transmisiones, BMS y C4.

ABSTRACT

This End of Dree Project works in order to design a structure of command and control application for small Infantry units until section level. Command and Control Systems are used to coordinate units during planning phase and combats to allow commanders having an updated information. The command and control system Battlefield Management System of Spanish Army has been taken as a reference in order to design the structure of command and control application.

Nowadays, command and control systems of Spanish Army are design to commander of big units. So that, small units sometimes do not have enough command and control resources.

Methodology is characterized by qualitative, quantitative and informatic techniques. Interviews and surveys allow to collect information about needs and deficiencies about command and control systems. What is more, a decision matrix finds out what is the optimum transmissions device for the application. The informatic techniques, C4 model and design of base data, allow to develop the structure of the application and show graphically how the application is designed and works.

By this way, this project suggests creating a command and control application for all commanders. The structure of application of this project tries to solve the main problems about BMS.

A structure of command and control application is the first step in order to having finally a command and control application which allow acquire and share updated information for the benefit of military operations.

KEYWORDS

Application structure, command and control, small units, transmission devices, BMS and C4.

[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]



INDICE DE CONTENIDO

<i>Agradecimientos</i>	
RESUMEN	<i>ii</i>
ABSTRACT	<i>iv</i>
KEYWORDS	<i>iv</i>
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 MARCO DEL TRABAJO	2
1.2 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA	2
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	3
2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE	3
2.2 METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS.....	3
3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO (ESTADO DEL ARTE)	6
3.1 ANTECEDENTES	6
3.2 BATTLEFIELD MANAGEMENT SYSTEM	7
3.3 ANDROID TEAM AWARENESS KIT.....	7
4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS	9
4.1 ENCUESTAS	9
4.2 ENTREVISTAS.....	10
4.3 GRUPOS DE INTERÉS O STAKEHOLDERS	11
4.4 DEFINICIÓN DE ACTORES Y REQUISITOS.....	12
4.4 ESTUDIO DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIONES	14
4.5 MODELO C4: ESTRUCTURA DE APLICACIÓN.....	17
4.6 DISEÑO DE LAS BASES DE DATOS.....	26
5. CONCLUSIONES	32
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXOS	36
ANEXO I. DIAGRAMA DE GANTT.....	36
ANEXO II. PETICIÓN DE INFORMACIÓN A LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, DOCTRINA, ORGANICA, Y MATERIALES	37
ANEXO III. GRÁFICOS DE RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS	38
ANEXO IV. PREGUNTAS ENTREVISTA	43
ANEXO V. VALORACIÓN DE LAS FUNCIONALIDADES SEGÚN ENCUESTA. ELABORACIÓN PROPIA.	44
ANEXO VI. DESARROLLO DE LAS FUNCIONALIDADES	45



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Análisis DAFO aplicación ATAK.	8
Tabla 2 – Análisis de los Grupos de Interés.	11
Tabla 3 – Clasificación de los requisitos.	13
Tabla 4 – Clasificación de los requisitos funcionales.	13
Tabla 5 – Clasificación de los requisitos no funcionales.	14
Tabla 6 – Matriz de decisión.	16
Tabla 7 – Funcionalidades de los actores.	24
Tabla 8 – Análisis de criticidad.	25
Tabla 9 – Funcionalidad: crear SINCROMATRIX.	45
Tabla 10 – Funcionalidad: visualizar coordinaciones.	45
Tabla 11 – Funcionalidad: crear zonas vistas y ocultas.	45
Tabla 12 – Funcionalidad: visualizar meteorología.	46
Tabla 13 – Funcionalidad: solicitar apoyo logístico.	46
Tabla 14 – Funcionalidad: visualizar SINCROMATRIX.	46
Tabla 15 – Funcionalidad: crear coordinaciones.	47
Tabla 16 – Funcionalidad: tomar coordenadas.	47
Tabla 17 – Funcionalidad: crear track.	47
Tabla 18 – Funcionalidad: crear waypoint.	48
Tabla 19 – Funcionalidad: calcular rumbo y distancia.	48
Tabla 20 – Funcionalidad: visualizar mapas offline.	48
Tabla 21 – Funcionalidad: geolocalizar fuerzas.	49
Tabla 22 – Funcionalidad: comunicar vía chat.	49
Tabla 23 – Funcionalidad: visualizar RPAS.	49
Tabla 24 – Funcionalidad: rastrear enemigo.	50
Tabla 25 – Funcionalidad: pedir MEDEVAC/CASEVAC.	50
Tabla 26 – Funcionalidad: designar objetivos.	50
Tabla 27 – Funcionalidad: solicitar apoyo de fuegos.	51
Tabla 28 – Funcionalidad: localizar observatorio.	51
Tabla 29 – Funcionalidad: calcular datos tiro.	51
Tabla 30 – Funcionalidad: iniciar sesión.	52



INDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1 – Configuración BMS: a pie vs. vehicular.</i>	11
<i>Ilustración 2 – Radio PR4G-V3.</i>	15
<i>Ilustración 3 – Radio HARRIS-117G.</i>	15
<i>Ilustración 4 – Medio satélite Verasat.</i>	16
<i>Ilustración 5 – Nivel 1: Diagrama de contexto.</i>	17
<i>Ilustración 6 – Nivel 2: Diagrama de contenedores.</i>	18
<i>Ilustración 7 – Diagrama de componentes: Planeamiento.</i>	19
<i>Ilustración 8 – Diagrama de componentes: Topografía.</i>	20
<i>Ilustración 9 – Diagrama de componentes: Conducción.</i>	21
<i>Ilustración 10 – Diagrama de componentes: Fuegos.</i>	22
<i>Ilustración 11 – Resumen modelo C4.</i>	22
<i>Ilustración 12 – Visión general de la estructura de aplicación.</i>	23
<i>Ilustración 13 – Base de datos: Inicio de sesión.</i>	26
<i>Ilustración 14 – Base de datos: Misión.</i>	26
<i>Ilustración 15 – Base de datos: Planeamiento.</i>	28
<i>Ilustración 16 – Base de datos: Topografía.</i>	29
<i>Ilustración 17 – Base de datos: Mortero.</i>	30
<i>Ilustración 18 – Diagrama de Gantt.</i>	36
<i>Ilustración 19 – Petición de información a DIDOM.</i>	37
<i>Ilustración 20 – Radar Chart: valoración de las funcionalidades generales.</i>	38
<i>Ilustración 21 – Diagrama de barras: valoración de los recursos tecnológicos de las pequeñas unidades.</i>	38
<i>Ilustración 22 – Diagrama de barras: valoración de la utilidad de una aplicación de mando y control para las pequeñas unidades.</i>	39
<i>Ilustración 23 – Diagrama de barras: valoración de los medios Smartphone para utilizar la aplicación de mando y control.</i>	39
<i>Ilustración 24 – Diagrama de barras: valoración de la actualidad del BMS.</i>	40
<i>Ilustración 25 – Diagrama de barras: nivel de instrucción de los subordinados en el empleo de medios de mando y control.</i>	40
<i>Ilustración 26 – Diagrama de barras: valoración del nivel de instrucción de los cuadros de mando en el empleo de medios de mando y control.</i>	41
<i>Ilustración 27 – Diagrama de barras: valoración de los cuadros de mando en el empleo del BMS.</i>	41
<i>Ilustración 28 – Diagrama de barras: valoración del tiempo de la instrucción dedicado a conocer el BMS.</i>	42
<i>Ilustración 29 – Diagrama de barras: valoración de las funcionalidades.</i>	44



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- AGM: Academia General Militar
- ATAK: Android Team Awareness Kit
- BIP: Batallón de Infantería Protegido
- BRILAT: Brigada Ligera Aerotransportable
- BMS: Battlefield Management System
- CALMOR: Calculadora de Morteros
- CASEVAC: Casualty Evacuation
- CUD: Centro Universitario de la Defensa
- C2: Command and Control
- C2IS: Command and Control Information System
- DAFO: Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
- DIDOM: Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales
- EUTM: European Union Training Mission
- ET: Ejército de Tierra
- Fte: Fuente
- GT: Grupo Táctico
- JEME: Jefe del Estado Mayor del Ejército
- MADOC: Mando de Adiestramiento y Doctrina
- MC3: Plan de Modernización de los Sistemas de Mando, Control y Comunicaciones del Ejército de Tierra
- MEDEVAC: Medical Evacuation
- MESINCET: Mensajería Internacional del Ejército de Tierra
- MINISDEF: Ministerio de Defensa
- MOE: Mando de Operaciones Especiales
- PU: Pequeña unidad
- RAPS: Remotely Aircraft System
- SIMACET: Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra
- SQL: Structured Query Language
- TTP: Tácticas, Técnicas y Procedimientos
- UML: Unified Modeling Language
- VAMTAC: Vehículos de Alta Movilidad Táctica





1. INTRODUCCIÓN

Desde los primeros conflictos, el conocimiento de la situación de las unidades propias y enemigas ha sido un factor determinante para ejercer un mando rápido y eficaz. La información que se tiene del campo de batalla y la rapidez de su obtención tienen un impacto directo en el desarrollo de las operaciones militares.

Con el paso del tiempo, los conflictos armados han ido evolucionando en todos sus aspectos. Esta evolución se ha plasmado en la táctica o en el tipo de armamento utilizado, teniendo una gran repercusión en la duración y desarrollo general de los combates. Sin duda alguna, la evolución tecnológica de las últimas décadas ha tenido un impacto muy importante en la forma en la que se desarrollan los combates. En concreto, la tecnología ha influido en mayor medida en los medios de mando y control que permiten obtener y transmitir la información con mayor rapidez mejorando tanto los planeamientos como la conducción de las operaciones.

Actualmente, el Ejército de Tierra (ET) está evolucionando hacia las Brigadas Experimentales también conocidas como la Fuerza 2035 (Ejército de Tierra, 2019). Una de las finalidades que el Jefe del Estado Mayor de la Defensa (JEME) se propone es “mantener unas Fuerzas Armadas eficaces y proporcionadas al nivel de ambición establecido. El diseño, la experimentación y el equipamiento de esta fuerza son prioridades que centran todos los esfuerzos de nuestro Ejército” (General de Ejército D. Francisco Javier Varela Salas, 2019)¹. Las evoluciones a las que aspira el Ejército de Tierra en el horizonte 2035 se centran en cinco pilares fundamentales entre los que cabe destacar la aparición de nuevas tecnologías disruptivas y la adaptación al ritmo de la innovación. Además, es preciso avanzar tecnológicamente a la par que las naciones aliadas. Para ello, en el año 2035 el JEME propone que será necesario incorporar aplicaciones de procesos de datos con alta conectividad que permitan a las unidades poder ser desplegadas en operaciones (Ejército de Tierra, 2019).

Dado que el principal propósito del JEME es que la tecnología sea el rasgo que fundamentalmente caracterice a las unidades de combate (Ejército de Tierra, 2019), es preciso continuar con la evolución de los medios que el Ejército de Tierra actualmente tiene en dotación. La Fuerza 2035 precisará de medios de mando y control lo suficientemente capaces como para proporcionar una visión del campo de batalla única y actualizada al mismo tiempo que se integran todas las funciones del combate². Para ello, estos medios deberán de ser lo suficientemente seguros, eficaces y resilientes como para permitir que las fuerzas combatan en todo tipo de escenarios. Además, deberán de ser lo suficientemente versátiles como para que las grandes y pequeñas unidades puedan utilizarlas para su propio mando y control (Ejército de Tierra, 2019).

De acuerdo con las aspiraciones a las que tiende el Ejército de Tierra, el presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) está directamente relacionado con los propósitos del JEME y es uno de los objetivos que desde Defensa se quieren alcanzar. La razón que justifica este TFG es continuar avanzando en la mejora de los dispositivos que las unidades de combate utilizan para su instrucción. Por ese motivo, con este trabajo de fin de grado se pretende dar un paso hacia la mejora de los sistemas de mando y control de las pequeñas unidades.

Con el propósito de poder entender con claridad el problema que desde este TFG se pretende abordar, es preciso detallar definiciones que son relevantes para la comprensión de los siguientes párrafos. La estructura de aplicación que se pretende generar como objetivo final de este TFG está destinada para las pequeñas unidades. Según el Glosario de Términos Militares del Mando de Adestramiento y Doctrina (2014) las pequeñas unidades (PU) son las estructuras orgánicas capaces de desarrollar cometidos relacionados con el combate, apoyo al combate y apoyo logístico y cuya dimensión va desde nivel regimiento hasta

¹ Jefe del Estado Mayor del Ejército de Tierra desde abril de 2017 hasta octubre de 2021. Actualmente es el General de Ejército D. Amador Enseñat y Berea.

² Funciones de combate: inteligencia, maniobra, fuegos y logística



unidades de nivel inferior (batallón, compañía, sección, pelotón y escuadra). Además, la estructura de aplicación que se propone finalmente quedará definida gráficamente con la finalidad de poder observar la disposición de las funcionalidades, las bases de datos que contiene y los actores que interactúan con la aplicación.

Finalmente, cabe destacar el significado de Mando y Control (*Command and Control, C2*). Este término es una función conjunta resultante de la agrupación de capacidades y actividades relacionadas con el ejercicio de la autoridad que permite al mando integrar, sincronizar y dirigir a las fuerzas durante el planeamiento y conducción de las operaciones (MADOC, 2014). Los medios tecnológicos a través de los cuales los jefes de unidad ejercen el mando y control se conocen como Medios o Sistemas de Mando y Control (*Command and Control Information System, C2IS*) y son las herramientas que contribuyen al conocimiento y comprensión de la situación, permitiendo reducir los tiempos en la toma de decisiones y facilitando las coordinaciones entre las unidades. Además, están diseñados con la finalidad de generar una visión del campo de batalla que permita conocer la situación de las unidades durante las operaciones, así como permitir un planeamiento conjunto entre los diferentes escalones de mando. Ejemplo de estos sistemas es el *Battlefield Management System*, sistema de mando y control utilizado por las unidades del Ejército de Tierra en el desarrollo de las operaciones.

1.1 MARCO DEL TRABAJO

El presente trabajo se ha realizado encuadrado en la Sección de Reconocimiento de la Compañía de Mando y Apoyo del Batallón de Infantería Protegido (BIP) "San Quintín" I/3, perteneciente a la Brigada "Galicia" VII y cuyo acuartelamiento se encuentra en Regimiento el Príncipe Nº3 en Siero (Gijón, Asturias).

Esta Sección de Reconocimiento trabaja a vanguardia del Grupo Táctico³ (GT) y es la encargada de realizar los reconocimientos y las observaciones previas a la maniobra de las unidades de combate del batallón. Actualmente, el Batallón de Infantería Protegido "San Quintín" se ha organizado funcionalmente en un Grupo Táctico para ser desplegado en la misión *European Union Training Mission (EUTM)* en Mali, con la finalidad de adiestrar a las fuerzas malienses y realizar tareas de reconocimiento y seguridad de las fuerzas aliadas. Por ese motivo, el personal de la Compañía de Mando y Apoyo se está actualmente instruyendo en la utilización de sistemas de mando y control para garantizar la coordinación de las misiones en la zona de operaciones de la misión EUTM Mali.

1.2 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

Para cumplir con los objetivos del trabajo, la memoria ha sido estructurada en diferentes partes. Inicialmente, con la introducción se pone en contexto la finalidad del trabajo. Posteriormente, se explican los objetivos que se pretenden alcanzar y la metodología y herramientas utilizadas. A continuación, en el marco teórico se detallan definiciones importantes para la comprensión del trabajo, la razón principal del trabajo y la situación actual en la que se encuentra el tema a tratar. En el cuarto punto, desarrollo y análisis, se exponen los trabajos realizados para abordar el problema, así como mostrar los datos obtenidos que han sido de utilidad para desarrollar la estructura de la aplicación. Por último, con las conclusiones se expone una recapitulación final de los beneficios que la nueva estructura de aplicación presenta y las principales propuestas de mejora para el diseño de una estructura de aplicación que garantice el ejercicio del mando y control de las pequeñas unidades.

³ La entidad de un Grupo Táctico es similar a la de un batallón.



2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

El presente trabajo tiene por objeto principal la propuesta de una arquitectura de aplicación para permitir a los jefes de las pequeñas unidades ejercer un adecuado mando y control. Dicha estructura de aplicación quedará representada gráficamente mediante la metodología C4 que permite previsualizar la disposición general de la aplicación y el conjunto de características que presenta.

Para poder alcanzar el objetivo general es necesario la consecución de una serie de objetivos específicos que deben de ir alcanzándose consecutivamente hasta converger finalmente en el objetivo general. Los objetivos específicos son:

- Conocer las limitaciones del actual Sistema de Mando y Control BMS.
- Identificar los intereses y necesidades de los escalones de mando de un Grupo Táctico para realizar su acción de mando con medios tecnológicos.
- Realizar un estudio sobre los medios de transmisiones orgánicos de la compañía y proponer si fuera necesario la adquisición de nuevos medios de transmisiones.
- Integrar en las funciones de la aplicación a los cuadros de mando de un Grupo Táctico hasta nivel de jefe de pelotón.

Por otro lado, el alcance del trabajo de fin de grado, la estructura de aplicación finalmente propuesta debe de ser útil para las pequeñas unidades que actualmente carecen de medios de mando y control. La estructura de aplicación explicará en qué consiste la aplicación y las funcionalidades que integra. Por ello, la estructura de aplicación debe de cubrir las necesidades de las pequeñas unidades tipo batallón, compañía, sección y pelotón, asegurando a los jefes de estas unidades ejercer un adecuado mando y control de sus unidades subordinadas. Para tal finalidad, mediante el diagrama de Gantt (ver Anexo I) se ha estructurado el calendario para aportar una planificación temporal al trabajo. Por último, los recursos disponibles para este trabajo incluyen los contenidos y herramientas vistos en las diferentes asignaturas del grado de Ingeniería de Organización Industrial impartido por el Centro Universitario de la Defensa (CUD) y los conocimientos militares adquiridos en la Academia General Militar (AGM). Además, en este TFG se precisa de la información averiguada y de elaboración propia durante el tiempo de estudio e investigación en el Regimiento de Infantería "Príncipe" N°3.

2.2 METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS

2.2.1 MÉTODOS Y HERRAMIENTAS GENERALES

Las metodologías utilizadas para alcanzar el objetivo principal del proyecto comprenden tanto métodos cualitativos como métodos cuantitativos. La finalidad de los métodos cualitativos utilizados es la de aplicar técnicas distintas a las del experimento y que están enfocadas a observar la forma de trabajar de las pequeñas unidades durante la instrucción diaria y el trato directo con los cuadros de mando implicados en el ámbito de estudio. La metodología cualitativa utilizada ha sido:

- **Etnografía:** se centra en el trabajo diario junto con el grupo que está relacionado e implicado con la finalidad del trabajo. Ha servido para realizar las primeras observaciones, identificar las principales vías de trabajo y localizar los actores de la estructura de aplicación.
- **Entrevistas:** su finalidad es conocer en primera persona cuales son los puntos para mejorar el sistema de mando y control BMS y las necesidades que los usuarios expresan y que posteriormente la aplicación debería de contener.



- **Análisis de público de interés o Stakeholders:** permite identificar las organizaciones o los sujetos que puedan participar activamente en la investigación o cuyos intereses puedan verse afectados positiva o negativamente por la conclusión del proyecto (Torralba, M. y Sancho, J., 2020).
- **Revisión bibliográfica:** la principal documentación se ha obtenido de las publicaciones del Ministerio de Defensa que se pueden encontrar en el portal del conocimiento de la página del Ejército de Tierra y los manuales utilizados en el BIP "San Quintín". Además, se solicitó una petición de información al Servicio de Documentación de la Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales (DIDOM) del Mando de Adiestramiento y doctrina (MADOC) disponible en el Anexo II.
- **Análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO):** herramienta que permite conocer las fortalezas y debilidades internas de la aplicación *Android Team Awareness Kit (ATAK)*, así como sus fortalezas y oportunidades para la estructura de aplicación.

Por otro lado, los métodos cuantitativos son técnicas que emplean magnitudes numéricas y estadísticas para ser analizadas y obtener finalmente conclusiones expresadas en términos matemáticos. Se ha utilizado:

- **Radar Chart:** herramienta que expresa la información recogida de forma gráfica. Permite una visualización sencilla de un gráfico en el que cada variable radia desde un mismo punto central. Los datos quedan reflejados en ejes independientes que se conectan entre sí formando un polígono. La herramienta es utilizada para averiguar las principales funcionalidades de la arquitectura de aplicación.
- **Encuestas:** utilizadas para poder medir las necesidades que los cuadros de mando tienen respecto a los medios de mando y control que actualmente se están utilizando en la instrucción de las unidades de combate. La finalidad de las encuestas es obtener los resultados necesarios, mediante la escala de Likert ⁴ para poder medir cuales son las funcionalidades que los usuarios de la aplicación requieren en mayor medida para poder hacer un adecuado mando y control.
- **Matriz de decisión:** herramienta que permite evaluar y decidir entre diferentes alternativas. Para ello, se valoran diferentes requisitos dándoles un porcentaje en función de la importancia en el proyecto. Posteriormente, se realiza la media ponderada de cada una de las alternativas decidiendo finalmente aquella opción con mayor media (Torralba, M. y Sancho, J., 2020). Esta herramienta permite decidir qué medio de transmisiones se adapta a las necesidades de la estructura de aplicación.

2.2.2. MÉTODOS Y HERRAMIENTAS ESPECÍFICAS DE INFORMÁTICA

Para poder desarrollar la estructura de aplicación es necesario pasar por procesos técnicos que contienen las etapas fundamentales para el desarrollo del software (Bernardi, S. y Dranca, L., 2020). Una parte importante en este proyecto es la definición de los requisitos⁵ que la estructura de aplicación debe de cumplir. A través de las encuestas y entrevistas, se obtienen las conclusiones que nos llevan a determinar los requisitos de la aplicación. La obtención de los requisitos se realiza al principio del proyecto por ser una fase crítica y esencial para la estructura de aplicación. Finalmente, con los requisitos definidos se inicia el diseño de la estructura del software. Durante esta etapa se creará la estructura de la aplicación.

La consecución de las diferentes etapas del ciclo de vida del software se ha seguido según el modelo iterativo. Este modelo está caracterizado por pasar por cuatro fases: planificación, análisis de riesgos, desarrollo y evaluación. Además, permite iniciarse con un pequeño conjunto de requisitos que a medida que el proyecto va avanzando permite aumentar el número de requisitos y todos ellos pasan por las cuatro fases anteriormente explicadas hasta finalizar con el proyecto (Bernardi, S. y Dranca, L., 2020). De tal

⁴ La escala Linkert permite evaluar el nivel de acuerdo o de desacuerdo de una persona. Es una escala graduada en cinco niveles de medición: muy de acuerdo, algo de acuerdo, ni de acuerdo ni desacuerdo, algo desacuerdo y muy desacuerdo.

⁵ Los requisitos de un sistema software responden a *qué tendrá que hacer* el sistema y a *cuán bien* tendrá que funcionar el sistema.



forma, a medida que el proyecto avanza este se retroalimenta continuando su desarrollo hasta conseguir el objetivo final. Las herramientas del ámbito de la informática que se han utilizado son:

- **Visual Paradigm:** herramienta en lenguaje UML que es utilizada para la creación de la estructura de aplicación.
- **Modelo C4:** metodología utilizada para desarrollar y al mismo tiempo poder expresar gráficamente el conjunto de la estructura de la aplicación. Es una metodología que utiliza recursos gráficos y no funcionales.
- **MySQL Workbench:** herramienta gráfica utilizada para trabajar con servidores y diseños de bases de datos (MySQL Workbench, s.f). Esta herramienta informática utiliza el Lenguaje de Consulta Estructurado (Structured Query Language, SQL). Es un lenguaje que permite definir la estructura de las bases de datos, así como la relación entre los datos (Bernardi, S. y Dranca, L., 2020).
- **Modelo de bases de datos relacional:** relaciones utilizadas para diseñar las bases de datos. Este modelo se basa en el concepto de relación y teoría de conjuntos (Bernardi, S. y Dranca, L., 2020) y permite plasmar las relaciones existentes entre las diferentes tablas que componen la base de datos.



3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO (ESTADO DEL ARTE)

3.1 ANTECEDENTES

Desde los años ochenta, según el Plan de Modernización de los Medios de Mando y Control (MC3,2015) el Ejército de Tierra se encuentra en un proceso de digitalización a través del cual se pretende expresar y tratar la información de forma más sencilla mediante la utilización de sistemas y medios de información. En la década de los noventa, la digitalización de los ejércitos tuvo un gran avance, lo que permitió a los ejércitos tener un gran valor añadido tanto en territorio nacional como en zona de operaciones⁶.

Tal y como se recoge en el plan MC3, la digitalización comenzó en los ejércitos con una “digitalización desde arriba” con la que tan solo los más altos niveles jerárquicos se adaptaron a las evoluciones tecnológicas. Por ello, en el nivel político, estratégico y operacional se comenzaron a incorporar las mejoras tecnológicas de la época. Progresivamente, y a medida que los avances tecnológicos lo permitían, a nivel táctico se empezaron a implementar las primeras mejoras tecnológicas hasta llegar a nivel batallón permitiéndole a este tipo de unidades incorporar sistemas de telecomunicación tecnológicamente avanzados.

Llegados a este punto, ¿cuándo llegarían las innovaciones tecnológicas a los niveles inferiores de un batallón? Esta es la pregunta a la que los ejércitos pretenden dar respuesta y que en el presente siglo se está tratando de resolver (Ejército de Tierra, 2015). Los niveles tácticos inferiores a los batallones necesitan medios tecnológicamente más flexibles, sencillos, ligeros y robustos que permitan a estas pequeñas unidades cumplir cometidos muy específicos, lo que supone un elevado coste. Por ello, los ejércitos se enfrentan al reto de una “digitalización desde abajo” mediante la que se incorporen los avances tecnológicos en las pequeñas unidades y les aporte la información de la que actualmente carecen.

Particularmente, el Ejército de Tierra está inmerso en la digitalización de sus medios para desarrollar nuevas tácticas, técnicas y procedimientos (TTP). Se han desarrollado nuevos sistemas de mando y control tecnológicamente más avanzados y que han permitido al nivel táctico mejorar el desarrollo y seguimiento de las operaciones. En este ámbito cabe mencionar el *Battlefield Management System*, sistema de mando y control actualmente utilizado por las unidades de entidad Subgrupo Táctico⁷ y superior.

Actualmente, aunque el BMS es utilizado por gran parte de las unidades de Infantería del Ejército de Tierra, para poder abordar los problemas de mando y control que las pequeñas unidades se encuentran con este sistema, se están utilizando aplicaciones para dispositivos móviles como puede ser la aplicación creada por el ejército americano, *Android Team Awareness Kit* o aplicaciones topográficas como *Oruxmaps*. Estas aplicaciones móviles son utilizadas por los equipos operativos del Mando de Operaciones Especiales (MOE) y por las unidades que actualmente despliegan en Irak y Mali como es el caso del Batallón San Quintín I/3 de la Brigada Ligera Aerotransportable (BRILAT). Sin embargo, estas aplicaciones están diseñadas o bien para los medios con los que cuenta el Ejército de los Estados Unidos o para un uso en el ámbito civil. Por ello, se precisan aplicaciones de mando y control que permitan integrar a los medios de las unidades del Ejército de Tierra y que garanticen el mando y control de las pequeñas unidades.

La principal razón de ser de este TFG es proporcionar a las pequeñas unidades una estructura de aplicación que permita a los jefes de estas unidades ejercer un adecuado mando y control de sus tropas, así como adaptar sus funcionalidades a las técnicas, tácticas y procedimientos que la doctrina del Ejército de Tierra español marca. La estructura de aplicación pretende superar los problemas que el BMS genera a la hora de ejercer el mando y control en las pequeñas unidades, además de proponer una posible adaptación del BMS para que se pueda utilizar desde aparatos móviles tipo *smartphone*.

⁶ Ejemplo de la evolución digital es la creación de la Mensajería Internacional del Ejército de Tierra (MESINCET) o el Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra (SIMACET).

⁷ La entidad de un Subgrupo Táctico es similar a la de una Compañía.



3.2 BATTLEFIELD MANAGEMENT SYSTEM

Actualmente, el Ejército de Tierra coordina sus operaciones utilizando el sistema de mando y control *Battlefield Management System*. El sistema de mando y control BMS fue diseñado por la empresa nacional Indra Sistemas S.A, como producto del Plan de Modernización de los Sistemas de Mando, Control y Comunicaciones del Ejército de Tierra.

De acuerdo con el Manual de Usuario del BMS-ET (Ejército de Tierra, 2019) el software del sistema de mando y control BMS incorpora las herramientas para que los jefes de unidad puedan ejercer su mando y control sobre unidades de entidad grupo táctico o batallón. Entre la totalidad de sus funcionalidades se pueden encontrar capacidades para el planeamiento, navegación, comunicaciones y posicionamiento de unidades propias. Además, el BMS incluye funcionalidades de gestión de las comunicaciones como es el gestor de radios PR4G o el difusor de información entre los diferentes nodos de la red en la que se integran los miembros de una misma unidad.

El BMS necesita de equipos radio tipo PR4G para el envío de datos y tabletas portátiles del modelo GTAC. La configuración del sistema de mando y control está pensada para que los jefes de unidad puedan coordinar a sus unidades desde los vehículos (Ejército de Tierra, 2019). Este factor hace que actualmente, las unidades de Infantería que utilizan este sistema de mando y control se vean limitadas cuando la maniobra exige que las tripulaciones de los vehículos tengan que desembarcar.

3.3 ANDROID TEAM AWARENESS KIT

En la actualidad existen aplicaciones móviles que permiten asegurar el mando y control. Ejemplo de ellas es la aplicación estadounidense *Android Team Awareness Kit*. Esta aplicación software fue diseñada en 2010 por el Laboratorio de Investigación de la Fuerza Aérea Americana (Team Awareness Kit, 2021).

La aplicación ATAK es un conjunto software desarrollado para uso militar y que permite a los usuarios obtener información geoespacial y conocer la situación de otros usuarios (Team Awareness Kit, 2021). Entre su multitud de funcionalidades destaca la posibilidad de importar mapas de diferentes formatos⁸, mapeo colaborativo en el que se observan al resto de usuarios, mensajería chat y controles radio.

La aplicación fue diseñada para el uso interno del Ejército de los Estados Unidos, sin embargo, existen diferentes versiones que abren las puertas a otros públicos. En concreto, la versión *Civilian ATAK* está disponible gratuitamente para móviles Android. De hecho, en la actualidad, unidades como el Mando de Operaciones Especiales o el BIP "San Quintín" I/3, inmerso en la preparatoria para la misión EUTM Mali, utilizan esta versión de la aplicación para poder ejercer un mando y control de sus pequeñas unidades. La versión con la que el Ejército de los Estados Unidos opera es la versión *Military ATAK* cuya adquisición no está disponible (Team Awareness Kit, 2021).

Dado que la finalidad de este trabajo de fin de grado es proponer una estructura de aplicación de mando y control para las pequeñas unidades de tal forma que supere las actuales limitaciones del BMS, la aplicación ATAK es una referencia para estructura de aplicación. Sin embargo, la aplicación ATAK no solo aporta ventajas, sino que trae consigo factores a estudiar. Para ello en la Tabla 1 se incorpora un Análisis DAFO sobre la aplicación ATAK.

⁸ Formatos de mapas digitales: GPX, KML y KMZ.



Tabla 1 - Análisis DAFO aplicación ATAK. Fte.: elaboración propia con información obtenida de las encuestas realizadas a los cuadros de mando del BIO "San Quintín" I/3. Ver Anexo V.

Inicialmente, las fortalezas de la incorporación de la aplicación de mando y control ATAK permitiría al Ejército de Tierra tener una aplicación actualizada a los dispositivos electrónicos que en la actualidad existen, así como disponer de un sistema de mando y control que reúna multitud de funcionalidades y herramientas novedosas. Por otro lado, las debilidades de esta aplicación son varias. En primer lugar, dado que es una aplicación americana, las funcionalidades que incorpora están adaptadas a las tácticas, técnicas y procedimientos del Ejército de los Estados Unidos por lo que se puede dar el caso de que alguna de las funcionalidades de esta aplicación no sirva para la forma de actuar de las unidades del Ejército de Tierra. Además, esta aplicación fue diseñada con la finalidad de poder operarse junto con los sistemas de transmisiones que el ejército americano utiliza y que son diferentes a los del Ejército de Tierra. Por ello, la adquisición de esta aplicación supondría la necesidad de adquirir medios de transmisiones compatibles con la aplicación o una actualización de la misma para que esta funcione con los medios de transmisiones del Ejército de Tierra.

Por otra parte, la adquisición de la aplicación ATAK presenta grandes oportunidades para las unidades del Ejército de Tierra. La aplicación es operada desde un dispositivo móvil tipo *smartphone* y su manejo es sencillo. Esta aplicación cumple con uno de los objetivos de este trabajo, que es el de geolocalizar a las pequeñas unidades. Cada jefe de este tipo de unidades, mediante el uso de la aplicación desde un dispositivo *smartphone*, podría ser geolocalizado junto con el resto de su unidad y garantizar así el mando y control. Además, una oportunidad característica es la de compartir un mismo sistema de mando y control junto con el ejército americano. Este hecho permitiría unificar procedimientos en ambos ejércitos y facilitar el mando y control en zona de operaciones cuando ambos ejércitos trabajan conjuntamente. Por otro lado, la adquisición de esta aplicación está ligada a una serie de amenazas. Tras la adquisición de la aplicación sería necesario llevar a cabo un proceso en el cual se garantice la seguridad de las comunicaciones y encriptación de los datos enviados a través de la aplicación.

Con el análisis DAFO de la aplicación se concluye que ATAK, como una aplicación de mando y control aporta nuevas funcionalidades que no tiene el BMS y permite a los cuadros de mando poder seguir ejerciendo el mando y control de sus unidades cuando no operan desde los vehículos ya que la aplicación se puede utilizar desde el móvil. Sin embargo, la aplicación está diseñada para ser utilizada por los miembros del ejército americano por lo que implantarla directamente tal y como está actualmente diseñada supondría realizar una adaptación de las tácticas, técnicas y procedimientos y de los medios de transmisiones del Ejército de Tierra español. Además, para utilizar la aplicación ATAK como un sistema de mando y control oficial del Ejército de Tierra se tendría que realizar una costosa inversión para adquirir la versión oficial de uso militar.



4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

Para el desarrollo de la estructura de aplicación se han puesto en práctica las metodologías y herramientas anteriormente explicadas. Mediante el uso de las metodologías se pueden extraer las principales conclusiones acerca de los requerimientos que la estructura de aplicación debe de cumplir para asegurar el mando y control de las pequeñas unidades. Además, la utilización de las metodologías y herramientas informáticas permite describir el esquema principal del conjunto de funcionalidades que la aplicación contempla, así como plasmar gráficamente la estructura de la aplicación.

4.1 ENCUESTAS

Las encuestas se han realizado a un total de trece personas entre las que se incluyen Oficiales y Suboficiales. El motivo de dirigir las encuestas a los cuadros de mando es que estos actores son quienes se encargan de liderar las pequeñas unidades y se trata de profesionales expertos en ejercer el mando y control de las pequeñas unidades de Infantería. La encuesta consta de un total de diecisiete preguntas de diferente índole. Tal y como se explica en el Apartado 2.2.1, para las preguntas de respuesta cerrada se ha utilizado a la escala de Likert como lo que permite tener una respuesta más acotada y definida. El contenido de la encuesta se encuentra disponible en el Anexo III. Las principales conclusiones extraídas de las preguntas son las siguientes:

- Los cuadros de mando consideran que tanto ellos mismos como sus subordinados tienen un nivel medio-alto en el uso y manejo de los medios de mando y control. Ello puede garantizar una fácil adaptación del personal a la nueva estructura de aplicación propuesta con este TFG lo que supone que los tiempos dedicados a la explicación de su funcionamiento serían reducidos. Además, la instrucción en la utilización de la aplicación sería eficaz.
- El alto nivel de instrucción en la utilización de los medios de mando y control no es proporcional al tiempo dedicado a instruirse en el manejo y aprendizaje del BMS. Con ello se confirma que, actualmente el personal encuestado dedica más tiempo a instruirse en sistemas de mando y control distintos al BMS.
- El 92% de los cuadros de mando encuestados consideran que el BMS está desactualizado. Por ese motivo, se considera adecuado realizar una estructura de aplicación que esté actualizada a las necesidades del mando y control que los jefes de las pequeñas unidades requieren.
- Once de los trece cuadros de mando consideran que las pequeñas unidades no están dotadas con los medios suficientes para poder ejercer su mando y control.
- Aunque la adquisición de más medios tecnológicos puede parecer la solución, la mayoría del personal encuestado está de acuerdo en que la aplicación de mando y control pueda ser utilizada por los móviles de los propios combatientes. Por lo tanto, ello supondría un gran ahorro económico aparte de acelerar el periodo de implementación de la aplicación al poder reducir los tiempos de adquisición de nuevos *smartphones* propios del Ejército de Tierra. Sin embargo, el Ejército de Tierra debe de garantizar que todo el personal dispone de los medios necesarios para la utilización de la aplicación por lo que desde el ET se deberían de adquirir *smartphones* y añadirlos a la dotación de las unidades.
- La posibilidad de que el mando y control se pueda ejercer desde un teléfono móvil es catalogado como un factor positivamente alto o muy alto por el personal encuestado.

Por último, como una conclusión general de los datos reflejados en las encuestas, el personal del BIP "San Quintín" I/3, tanto cuadros de mando como personal de tropa, son profesionales y tienen muy en cuenta el uso de los medios de mando y control en la instrucción diaria, aunque no solo utilizan sistemas propios del Ejército de Tierra. Además, el poder disponer de una aplicación que sea accesible a todos los combatientes, teniendo en cuenta los datos recogidos en las encuestas, se ve desde esta unidad de combate un factor positivo más aún si la aplicación permite y mejora el mando y control de las pequeñas



unidades. Un aspecto muy importante que se extrae de las encuestas realizadas y la etnografía es la predisposición permanente de los componentes de la Sección de Reconocimiento I/3 en proponer mejoras para un sistema de mando y control que sea fácilmente accesible para los combatientes. En la instrucción diaria con esta pequeña unidad, se ha observado como constantemente utilizan, desde dispositivo móviles personales, aplicaciones de mando y control.

Todo ello, le da un valor añadido a la importancia de la estructura de aplicación que desde este TFG se propone ya que puede servir de base para futuros proyectos en los que el Ejército de Tierra trabaje con la finalidad de obtener una aplicación de mando y control que integre todas las necesidades que desde las unidades de combate se demandan.

4.2 ENTREVISTAS

Para poder conocer en primera persona las necesidades respecto a la aplicación de mando y control para las pequeñas unidades, se ha realizado una entrevista al Capitán D. Marcos Canosa Betés. El motivo por el cual se ha decidido entrevistar al Capitán D. Marcos Canosa Betés es que es el jefe de la Compañía Mando y Apoyo del BIP "San Quintín" I/3, la cual cumple los requisitos de ser una pequeña unidad que se ve directamente afectada por los problemas actuales que el BMS presenta. Esta Compañía es la única unidad del BIP "San Quintín" I/3 que cuenta con una Sección de Mando y Transmisiones⁹ y un Pelotón de Transmisiones, parte fundamental y muy importante para garantizar el adecuado funcionamiento de los medios de mando y control ya que cuenta con personal experto y cualificado en generar los nodos de red para permitir las comunicaciones entre las unidades. La entrevista cuenta con una totalidad de 6 preguntas de respuesta abierta. La finalidad de la entrevista es obtener la información necesaria sobre los problemas actuales de los medios de mando y control de las pequeñas unidades y conocer las necesidades para poder fijar las líneas de trabajo y conseguir objetivos específicos anteriormente marcados en el Apartado 2.1. Las preguntas de la entrevista se pueden consultar en el Anexo IV. Tras haber analizado la entrevista, las principales conclusiones extraídas son:

El BMS, por los sistemas hardware que requiere, no es un sistema de mando y control que permita combinar misiones con vehículos motorizados y misiones con elementos de combate a pie. Es un sistema de mando y control pensado para que se opere fácilmente desde un vehículo para unidades de Infantería acorazada, mecanizada o protegida, pero no para las unidades de Infantería cuando maniobras como elemento de combate a pie. De hecho, bajo la experiencia del Capitán D. Marcos Canosa Betés en la entrevista realizada en septiembre de 2021, afirma que:

"En ciertas operaciones militares, aunque generalmente actuemos embarcados en los Vehículos de Alta Movilidad Táctica (VAMTAC), la misión requiere que las tripulaciones de los vehículos desembarquen quedando únicamente en el vehículo el conductor y el tirador de ametralladora. Ello conlleva a que los jefes de vehículos tengan que portar a pie tanto las dos radios PR4G para el envío de datos como para el envío de mensajes tipo fonía. Además, para poder garantizar el mando y control mediante el sistema BMS, es necesario portar las Tablet GETAC que por sus dimensiones se hace difícil actualizar la información a la vez que se maniobra como un elemento de combate a pie."

La aplicación de mando y control debe de ser lo completamente versátil como para poder ser utilizada en todo tipo de operaciones. Por ello, los medios hardware deben de ser lo suficientemente ergonómicos como para poder garantizar el enlace con las unidades del escalón superior e inferior sin que ello comprometa la maniobra. Además, los medios hardware para la utilización de la aplicación (véase la Ilustración 1) deben de garantizar la disciplina de luces y ruidos. Por ello, el dispositivo utilizado para el funcionamiento de la posición debe de tener las dimensiones justas como para poder garantizar que la luz emitida por la pantalla no delate la posición de las tropas propias en ambiente nocturno.

⁹ Unidad encargada de apoyar en el ejercicio del mando del jefe de un Grupo Táctico (MADOC, 2001).



Ilustración 1 – Configuración BMS: a pie vs. vehicular. Fte.: <https://www.defensa.com/espana/thales-demuestra-capacidades-equipos-comunicaciones-marco-fuerza> (izquierda), <https://www.indracompany.com/es/noticia/indra-thales-disenan-cerebro-digital-asegurara-control-campo-batalla-ejercito-espanol> (derecha)

Aunque en el Ejército de Tierra exista el BMS como medio de mando y control, tras el reconocimiento de la zona de operación de la misión EUTM Mali que el Capitán Canosa realizó en octubre de 2021, se verificó que el medio de mando y control utilizado por las tropas desplegadas en Mali es la aplicación ATAK. Ello supone que la del mando y control en las operaciones en el exterior se está realizando en base a aplicaciones y no en base a sistemas de mando y control como el BMS.

El BMS es un medio de mando y control pensado para pequeñas unidades, pero la experiencia dice que es un sistema de mando y control que se adecúa a los medios que posee un puesto de mando de batallón. El BMS requiere de medios de transmisiones lo suficientemente potentes como para garantizar una comunicación fluida por lo que los medios con los que cuentan las pequeñas unidades tipo compañía, sección y pelotón no son suficientes, incluso inexistentes en el caso del pelotón. Para ello, el funcionamiento de la aplicación deberá de poder realizarse con medios de transmisiones orgánicos o a través de datos red.

La interfaz del BMS no es lo suficientemente inteligible como para facilitar un uso sencillo y rápido. Por ello, la aplicación deberá de tener una interfaz adecuada a cada perfil de usuario según el puesto táctico que el usuario desempeñe.

Actualmente, el sistema operativo de las tabletas GETAC es el sistema operativo *Windows 10*. Si la aplicación se quiere operar desde dispositivos *smartphones* será necesario que la aplicación pueda funcionar en el sistema operativo *Android* al igual que funciona la aplicación ATAK.

4.3 GRUPOS DE INTERÉS O STAKEHOLDERS

Atendiendo a la definición de *stakeholders* como las personas u organizaciones comprometidas con el proyecto o que se pueden ver afectadas por el mismo (Torralba, M. y Sancho, J., 2020), se pueden diferenciar 3 grupos de interés en este proyecto. Es importante identificarlos y considerar sus requerimientos y expectativas de cara el desarrollo y evolución del proyecto.

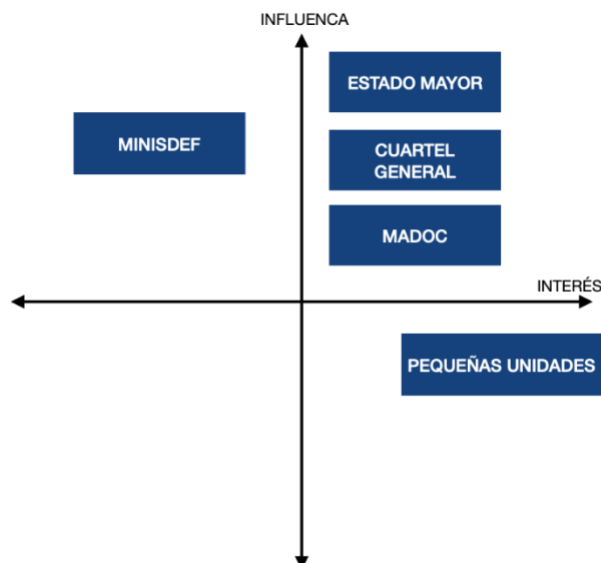


Tabla 2 – Análisis de los Grupos de Interés. Fte.: elaboración propia.



Según la Tabla 2, los grupos de interés son tres. Estos grupos de interés depende del grado de interés que tienen en el proyecto (eje de abscisas), que aumenta hacia la derecha, y su influencia en el proyecto (eje de ordenadas) que aumenta hacia arriba.

En la parte superior derecha de la Tabla 2 se sitúan los Cuarteles Generales, Estados Mayores y Mando de Adiestramiento y Doctrina. Estas entidades cuentan con un gran interés e influencia en el proyecto. Son organismos encargados del planeamiento y conducción de operaciones y sus funciones están íntimamente relacionadas con el mando y control. En concreto, a través del MADOC se incluirá la aplicación como parte de las tácticas, técnicas y procedimientos de la doctrina del Ejército de Tierra.

En la parte superior izquierda, se encuentra el Ministerio de Defensa (MINISDEF) como un grupo de interés significativo en el proyecto. Bajo su política de impulsar el desarrollo e innovación en el Ejército de Tierra, con este proyecto el MINISDEF se ve directamente influenciado ya que con la estructura de aplicación se pretende innovar en los sistemas de mando y control del Ejército de Tierra.

En la parte inferior derecha se encuentran los cuadros de mando de las pequeñas unidades. Son los *stakeholders* con mayor interés en el proyecto ya que la estructura de aplicación está enfocada al mando y control de las pequeñas unidades. Un cambio en los medios de mando y control de este grupo de interés mejorará directamente la forma de trabajar con sus unidades. En concreto, en este grupo de interés se encuentran los usuarios de la estructura de aplicación. Sin embargo, su influencia en el proyecto es escasa ya que la evolución de este proyecto no depende de este grupo de interés.

4.4 DEFINICIÓN DE ACTORES Y REQUISITOS

A partir de las conclusiones extraídas de las encuestas y entrevistas se han averiguado las necesidades que los cuadros de mando requieren respecto a una aplicación de mando y control para pequeñas unidades. Para dar solución a los actuales problemas que los jefes de las pequeñas unidades experimentan a la hora de ejercer el mando y control con el BMS, se genera la necesidad de crear una herramienta informática tipo aplicación móvil.

Para poder crear una estructura de aplicación que cumpla con las necesidades, es preciso definir los actores y los requisitos de la aplicación. A continuación, se describen los actores y requisitos del sistema.

Los actores son los usuarios que interactúan con el sistema y cada actor desempeña un rol dentro de la aplicación de acuerdo con su puesto táctico. Cabe destacar que los actores de la aplicación serán únicamente cuadros de mando de pequeñas unidades. En la aplicación se distinguen dos tipos de usuarios dependiendo del puesto táctico que desempeñan:

- **Jefe de compañía/sección** militar que ejerce el mando de una unidad de entidad compañía¹⁰ o sección¹¹. Generalmente será un Capitán en el caso de una compañía y un Teniente en el caso de una sección. Estos usuarios comparten el mismo actor debido a la similitud de su puesto táctico en sus respectivas unidades y el tipo de misión a realizar. Este actor está caracterizado por desempeñar acciones enfocadas a la táctica militar y planeamiento y conducción de operaciones.
- **Jefe de pelotón:** militar que ejerce el mando de una unidad de entidad pelotón¹². Generalmente será un sargento. Este actor está caracterizado por realizar funciones más técnicas que tácticas.

Es importante comprender por qué han sido dos los actores definidos. Aunque ambos actores son cuadros de mando, las unidades sobre las que ejercen el mando y control son de entidad diferente. De acuerdo con la definición de actor, el rol que un jefe de compañía/sección desempeña dentro de la aplicación es diferente al rol que desempeña un jefe de pelotón. Además, las funcionalidades que cada actor puede utilizar de la aplicación no son idénticas, ya que sus puestos tácticos dentro de una unidad son

¹⁰ Una compañía está formada por tres secciones homogéneas. Aproximadamente cien militares.

¹¹ Una sección está formada por tres pelotones homogéneos. Aproximadamente treinta militares.

¹² Un pelotón está formado por dos escuadras. Aproximadamente diez militares.



diferentes (en la Tabla 7 se detallan las funcionalidades de cada actor). Por ello requieren de funcionalidades específicas para cada uno de ellos, aunque sí que compartan otras funcionalidades.

Después de definir los dos actores, se describen los requisitos que debe de cumplir la aplicación. Los requisitos han sido agrupados en requisitos funcionales y no funcionales. Importante señalar que la aplicación incorpora funcionalidades de las que actualmente el BMS dispone, así como nuevas funcionalidades demandadas por el personal encuestado. La clasificación de las funcionalidades se detalla en la Tabla 3.

REQUISITOS FUNCIONALES	REQUISITOS NO FUNCIONALES
TOPOGRAFÍA	LA APLICACIÓN DEBE DE TENER VARIAS CONFIGURACIONES
CONDUCCIÓN	LA APLICACIÓN SE DEBE PODER INSTALAR EN DISPOSITIVOS MÓVILES ANDROID
PLANEAMIENTO	MEDIOS DE TRANSMISIONES ADECUADOS PARA TODOS LOS ACTORES
FUEGOS	

Tabla 3 – Clasificación de los requisitos. Fte.: elaboración propia con información de las encuestas.

4.4.1 REQUISITOS FUNCIONALES

Los requisitos funcionales son las características o funciones que la aplicación incorpora (Bernardi, S. y Dranca, L., 2020) y que permite a los actores o usuarios del sistema conseguir ejercer el mando y control mediante la utilización de la aplicación. Los requisitos funcionales de la aplicación están directamente relacionados con las funciones del combate y se clasifican según la Tabla 4.

REQUISITOS FUNCIONALES			
TOPOGRAFÍA	CONDUCCIÓN	PLANEAMIENTO	FUEGOS
CREAR WAYPOINT	COMUNICAR VÍA CHAT TÁCTICO	VISUALIZAR/CREAR COORDINACIONES	SOLICITAR APOYO DE FUEGOS
CREAR TRACK	DESIGNAR OBJETIVOS	VISUALIZAR/CREAR SINCROMATRIX	CALCULAR DATOS MORTEROS (CALMOR)
GEOLOCALIZAR FUERZAS PROPIAS/ENEMIGAS	PEDIR MEDEVAC/CASEVAC	SOLICITAR APOYO LOGÍSTICO	CALCULAR OBSERVATORIO
DESCARGAR MAPAS OFFLINE	INTEGRAR MEDIOS RPAS	CREAR ZONAS VISTAS Y OCULTAS	
CALCULAR RUMBO Y DISTANCIA	RASTREAR ENEMIGO	VISUALIZAR METEOROLOGÍA	
TOMAR COORDENADAS			

Tabla 4 - Clasificación de los requisitos funcionales. Fte.: elaboración propia con información de las encuestas.

- **Topografía:** conjunto de acciones que permiten al usuario poder hacer un adecuado estudio del terreno, así como poder hacer preparativos previos a la misión o planeamientos in-situ durante el combate.
- **Conducción:** conjunto de medidas de coordinación que permiten mantener el mando y control de las fuerzas propias y hacer que las unidades operen de acuerdo con las coordinaciones del planeamiento.



Además, permiten mantener las comunicaciones necesarias durante una operación militar.

- **Fuegos:** conjunto de acciones relacionadas con la coordinación y solicitud de apoyos de fuego, así como el cálculo de los datos de tiro para una línea de piezas de mortero.
- **Planeamiento:** conjunto de acciones que permiten desarrollar el método de planeamiento y que permite a las unidades visualizar el planeamiento de operaciones durante el desarrollo de una misión.

4.4.2 REQUISITOS NO FUNCIONALES

Los requisitos no funcionales de la Tabla 5, son las características de la aplicación que no afectan a su funcionamiento pero que se deben de tener en cuenta para la elaboración y desarrollo de la aplicación (Bernardi, S. y Dranca, L., 2020). Los requisitos funcionales son los siguientes:

- **Configuración:** la aplicación debe de tener dos configuraciones diferentes. La configuración vehicular es útil cuando se opera desde los vehículos, por ello la aplicación se podrá utilizar desde las tabletas vehiculares a la vez que se opera desde dispositivos móviles. Para ello, se seguirán utilizando las tabletas GETAC que actualmente el ET tiene en dotación. La configuración a pie mediante el uso de *smartphones* solucionará los problemas que actualmente el BMS presenta cuando las unidades desembarcan de los vehículos.
- **Sistema operativo:** de la encuesta se extrae que el 95% del personal cuenta con móviles Android y actualmente utilizan su móvil personal para la instrucción. Por ello, el sistema operativo para desarrollar la aplicación será el sistema operativo Android.
- **Medios de transmisiones adecuados para todos los actores:** como ya se puede ver en las conclusiones de las encuestas, la conexión entre los cuadros de mando de las pequeñas unidades es uno de los principales problemas que actualmente el BMS presenta. Para poder establecer una correcta conexión, cada actor deberá de contar con los medios de transmisiones necesarios para poder establecer el enlace vía radio o red.

REQUISITOS NO FUNCIONALES		
CONFIGURACIÓN	APLICACIÓN INSTALABLE EN DISPOSITIVOS ANDROID	MEDIOS DE TRANSMISIONES ADECUADOS
CONFIGURACIÓN SMARTPHONE	COMPATIBILIDAD CON MÓVILES ANDROID	ENVÍO DE DATOS
CONFIGURACIÓN VEHICULAR	COMPATIBILIDAD CON TABLETS ANDROID	ENVÍO DE VOZ
		COBERTURA INTERNET

Tabla 5 - Clasificación de los requisitos no funcionales. Fte.: elaboración propia con información de las encuestas.

4.5 ESTUDIO DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIONES

Una parte importante en la creación de la estructura de la aplicación es estudiar cuales son los medios de transmisiones necesarios para los cuadros de mando con la finalidad de asegurar las comunicaciones y poder ejercer adecuadamente el mando y control de las pequeñas unidades. Los medios de transmisiones son los que van a dotar a la aplicación de la cobertura necesaria, así como asegurar las comunicaciones y permitir establecer el enlace entre los cuadros de mando de tal forma que se garantice el mando y control. En este apartado se desarrolla cual es el medio de transmisiones óptimo para tal finalidad.

Como se ha podido concluir en las encuestas, los medios de transmisiones con los que cuentan los jefes de las pequeñas unidades o bien no son suficientes o bien son inexistentes como es en el caso de los



jefes de pelotón. Los medios de transmisiones actualmente utilizados por los jefes de las pequeñas unidades son las radios PR4G V3. Las radios SPEARNET (MADOC, 2017) son utilizadas por los jefes de pelotón para enlazar con los jefes de sección y sus características técnicas no están diseñadas para permitir el envío de datos por lo que actualmente los jefes de pelotón carecen de medios de transmisiones que les permitan usar una aplicación de mando y control.

Actualmente existen diferentes soluciones para resolver el problema que los medios de transmisiones suponen en el uso de los medios de mando y control:

- Aumentar el número de radios PR4G V3 (véase Ilustración 2) de tal forma que todos los jefes de las pequeñas unidades estén dotados con este tipo de radios, incluyendo los jefes de pelotón. Por sus características técnicas, la radio PR4G-V3 tiene una velocidad de transmisión de datos de 43,6 kps (MADOC, 2019) que queda limitada cuando se requiere el envío de datos y de voz al mismo tiempo.
- Actualmente, el Ejército de Tierra tiene en dotación la radio Harris AN/PRC-117G (véase Ilustración 3) cuyo ancho de banda permite una velocidad de transmisión de datos de 64 kps (MADOC, 2019), es decir, un envío rápido de datos. Este tipo de radios son utilizadas por jefes de compañía y niveles superiores y sus características técnicas permiten un envío fluido de mensajes de voz y datos al mismo tiempo. Además, al igual que la aplicación *Android Team Awareness Kit* hace con las radios del ejército americano, la estructura de aplicación puede utilizar la radio Harris como medio de transmisiones utilizado para el envío de datos y voz.



Ilustración 2 - Radio PR4G-V3.



Ilustración 3 - Radio HARRIS-117G.

Fte.: MADOC 2019, MI-500: Radio teléfono PRG4.

Fte.: MADOC 2017, MI-506: Radio HF HAARIS RF-5800-H.

- Por otro lado, el Mando de Operaciones Especiales, unidad de élite del Ejército de Tierra, coordina las operaciones de las pequeñas unidades a través de la aplicación ATAK. Para ello, se utiliza un servidor de red de área global de banda que garantiza la cobertura para los dispositivos móviles. Para permitir la cobertura, utilizan el dispositivo BGAN Explorer 710 de tal forma que obtienen la cobertura internet por medios satélite, concretamente según se indica en el manual de usuario (2013) la cobertura se obtiene desde tres satélites Inmarsat. Este dispositivo está diseñado para generar rápidamente cobertura a internet de forma global¹³. Esta característica se considera muy importante ya que permitirá su uso en zonas de operaciones, y garantiza un envío de datos y voz fluido y simultáneo ya que su velocidad de transmisión es de 650 kps (Verasat, 2013). Además, como se puede observar en la Ilustración 4, son multitud los diferentes tipos de medios electrónicos a los que este medio satelital permite conectar, garantizando su interoperabilidad.

¹³ Europa, África, Oriente Medio, Asia y América del Norte y del Sur.

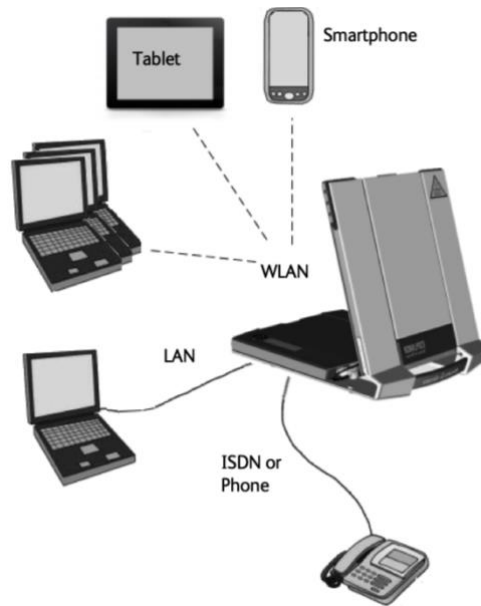


Ilustración 4 - Medio satélite Verasat. Fte.: manual de usuario 98-140012-A: EXPLORER 710.

Para averiguar cuál de las tres opciones es la que mejor se adapta a las necesidades actuales de la aplicación, se ha recurrido a utilizar una matriz de decisión. Para cada una de las opciones (PR4G, HARRIS-117 o BGAN EXPLORER 710). Se ha evaluado la inversión inicial de su adquisición en euros (€), la efectividad que cada medio de transmisiones tiene respecto al envío simultáneo de voz y de datos y, por último, la velocidad de transmisión en kilobytes por segundo (kps). A cada uno de los criterios de evaluación se le ha dado un peso (%). Estas han sido establecidas según las valoraciones que desde el pelotón de transmisiones de la Compañía de Mando de Apoyo del BIP “San Quintín” se tienen en cuenta a la hora de evaluar los medios de transmisiones. Las ponderaciones han sido: coste (25%), envío de datos y voz simultáneamente (40%) y velocidad de transmisión (35%). A continuación, en la Tabla 6 se pueden observar los datos¹⁴ introducidos en la matriz de decisión.

MATRIZ DE DECISIÓN	PROYECTO	Estructura de aplicación para el mando y control de pequeñas unidades		
	DECISIÓN	Medios de transmisiones		
	AUTOR	C.A.C. Ignacio Ariño Alfaro		
		PR4G-V3	HARRIS-117	BGAN EXPLORER-710
COSTE (€)	30,480.00 €	36,800.00 €	38,600.00 €	
Evaluación ponderada	7620	9200	9650	25.00%
Puesto	1	2	3	
DATOS Y VOZ SIMULTANEO	0	45	90	
Evaluación ponderada	0	18	36	40.00%
Puesto	3	2	1	
VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN (kps)	20	50	80	
Evaluación ponderada	7	17.5	28	35.00%
Puesto	3	2	1	
MEDIA PONDERADA	7627	9235.5	9714	
PUESTO FINAL	3	2	1	

Tabla 6 – Matriz de decisión. Fte.: elaboración propia con información obtenida de SIGLE y MADOC.

Tras hacer la ponderación de los criterios, finalmente con la media ponderada de cada una de las alternativas se concluye que el medio satelital BGAN EXPLORER-710 es el medio de transmisiones elegido para la utilización de la aplicación, según el razonamiento de a continuación. El medio satelital BGAN EXPLORER-710 tiene ventajas respecto al resto de medios de transmisiones analizados. Al tratarse de un medio satelital, este permite dotar a los móviles de los jefes de las pequeñas unidades de la cobertura de internet necesaria para enviar datos, mensajes tipo fonía y mantener el mando y control. Por las

¹⁴ Referencias: de los datos: MI-500: Radio PR4G, MI-506: Harris-117, Manual de usuario BGAN EXPLORER-710 y Sistema de Gestión Logística del Ejército (SIGLE).



características físicas de los medios *hardware* de este dispositivo, se permite mantener el mando y control cuando las unidades de Infantería se mueven a pie sin que el ritmo de la maniobra se vea afectado. Además, cumple con el requisito no funcional de tener una doble configuración tanto a pie como vehicular. Por otro lado, este medio satelital supone una nueva adquisición para el Ejército de Tierra. Además, habría que garantizar la seguridad de las comunicaciones y encriptación de los datos cuando se opera con este medio en zona de operaciones. La funcionalidad de este medio se ha garantizado en el Ejercicio “Empecinado” 2021, donde el Mando de Operaciones Especiales ha coordinado los ejercicios mediante la combinación del medio satelital BGAN EXPLORER y la aplicación de mando y control ATAK, afirmando el buen funcionamiento del dispositivo BGAN EXPLORER para garantizar el mando y control de las pequeñas unidades desde una aplicación operada desde un dispositivo móvil.

4.6 MODELO C4: ESTRUCTURA DE APLICACIÓN

Para poder desarrollar la estructura de la aplicación, se ha utilizado el modelo C4. Este modelo se utiliza para que el desarrollo de una arquitectura de software se pueda explicar de forma eficiente y efectiva para aquellos públicos que no han estado presentes durante el desarrollo de la aplicación (C4 model, 2021). El modelo C4 está basado en abstracciones y diagramas que explican el funcionamiento de un software desde lo general a lo particular.

El modelo C4 está caracterizado por su visualización jerarquizada en cuatro niveles: contexto, contenedor, componente y código (C4 model, 2021) Para poder comprender como funciona un sistema software, no es necesario pasar por todos los niveles, únicamente por aquellos niveles que aporten valor a la explicación de la estructura de aplicación. Por ello, para poder comprender cómo se ha desarrollado la estructura de aplicación de mando y control se han desarrollado los tres primeros niveles del modelo C4.

Inicialmente, en el primer nivel, se presenta el contexto de la aplicación. En la Ilustración 5 se puede apreciar a grandes rasgos el contexto de la aplicación: los dos actores y el medio de transmisiones utilizados. Los actores utilizan la aplicación como un sistema de mando y control. Además, la aplicación interactúa externamente con medios de transmisiones por vía satélite para poder establecer las comunicaciones entre los diferentes usuarios. La finalidad de este primer nivel es proporcionar una visión resumida de cómo funciona la aplicación en su contexto a gran escala.



Ilustración 5 - Nivel 1: Diagrama de contexto. Fte.: elaboración propia.



Posteriormente, en el segundo nivel, se muestran las funcionalidades generales de la aplicación. En la Ilustración 6 se aprecia que los actores utilizan la aplicación para planear operaciones, solicitar apoyos de fuegos, utilizar herramientas topográficas o conducir las operaciones. Los usuarios disponen de bases de datos en las que comparten información útil para las operaciones. La aplicación requiere que los usuarios inicien sesión según su usuario y contraseña. De esta forma, la aplicación permite que los usuarios puedan ejecutar unas funcionalidades u otras en función de si se trata de un jefe de compañía/sección o un jefe de pelotón. La aplicación dispone en la base de datos de inicio de sesión de la información necesaria para verificar los datos de inicio de sesión introducidos por los usuarios. Por último, en la base de datos de misión se almacena toda la información sobre la orden de operaciones del escalón superior.

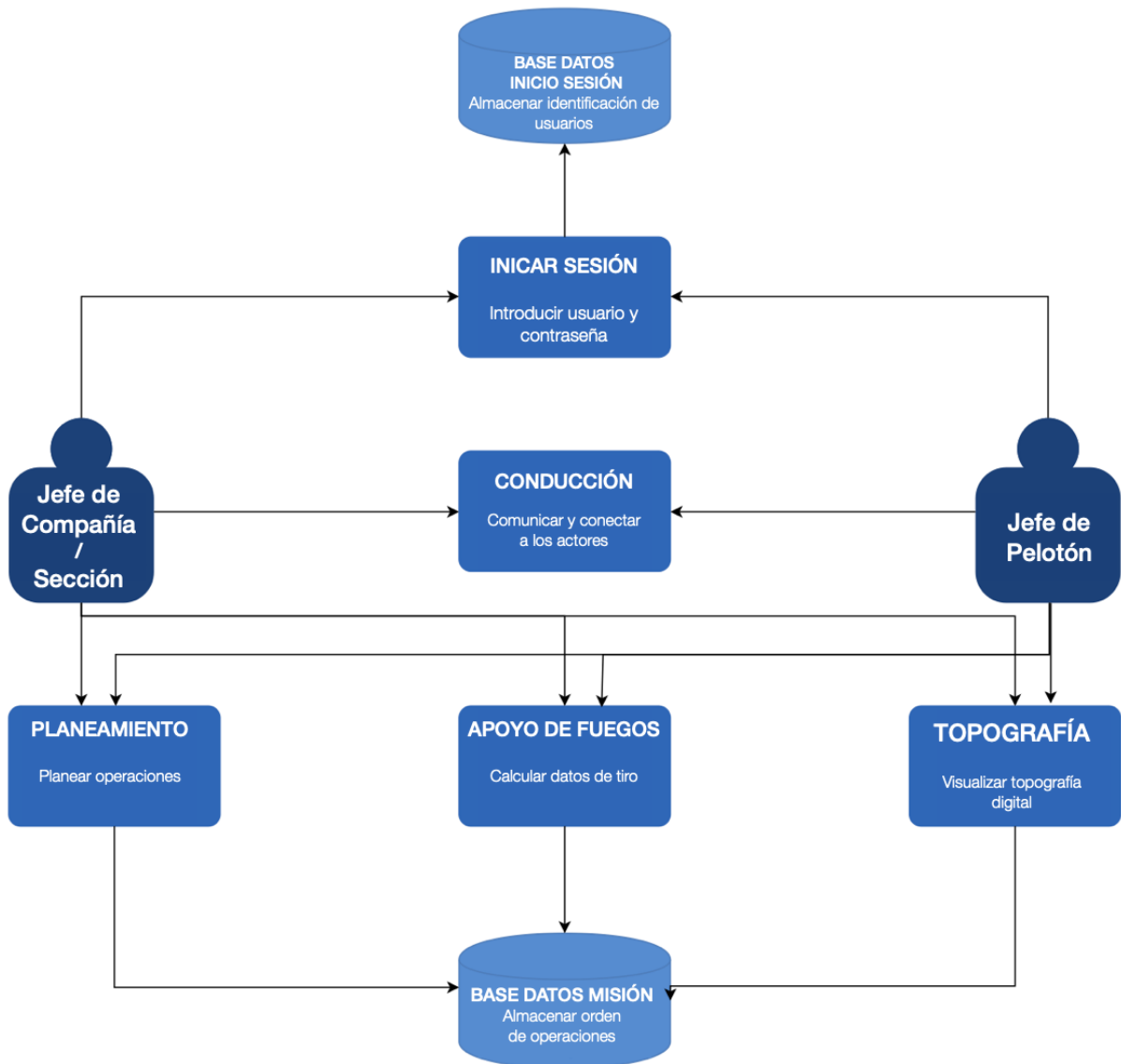


Ilustración 6 - Nivel 2: Diagrama de contenedores. Fte.: elaboración propia.

Por último, el diagrama de componentes del nivel tres define las funcionalidades particulares de la aplicación. Dado que un único diagrama de componentes no permitirá expresar el desarrollo de las funcionalidades de una forma sencilla, para cada una de las funcionalidades generales (planeamiento, apoyo de fuegos, topografía y conducción) se ha elaborado un diagrama de componentes particular para cada una de ellas. La finalidad de estos diagramas es descomponer las funcionalidades generales en componentes estructurales en los que se encuentran las funcionalidades particulares y sus iteraciones con otros sistemas ajenos a la aplicación.



En la funcionalidad general de planeamiento detallada en la Ilustración 7 se enmarcan cinco funcionalidades particulares: coordinaciones, zonas vistas y ocultas, logística, matriz de sincronización (SINCROMATRIX) y meteorología. Estas cinco funcionalidades están diseñadas para que cada cuadro de mando pueda realizar un planeamiento propio para su unidad, así como poder visualizar las coordinaciones necesarias para operar con otra unidad. Para las funcionalidades de coordinaciones y zonas vistas y ocultas, los usuarios pueden tanto crearlas, para los planeamientos de su propia maniobra, como visualizar las ya creadas y que involucran a una o varias unidades¹⁵. Para poder realizar los planeamientos y visualizar las líneas de coordinación en el mapa, la aplicación requiere de un sistema de edición externo que permite editar los nuevos archivos creados durante el proceso de planeamiento. Todos los archivos, tanto los creados como los nuevos, se guardan en la base de datos de planeamiento, base de datos a la que tienen acceso todos los usuarios que pertenecen a una misma unidad.

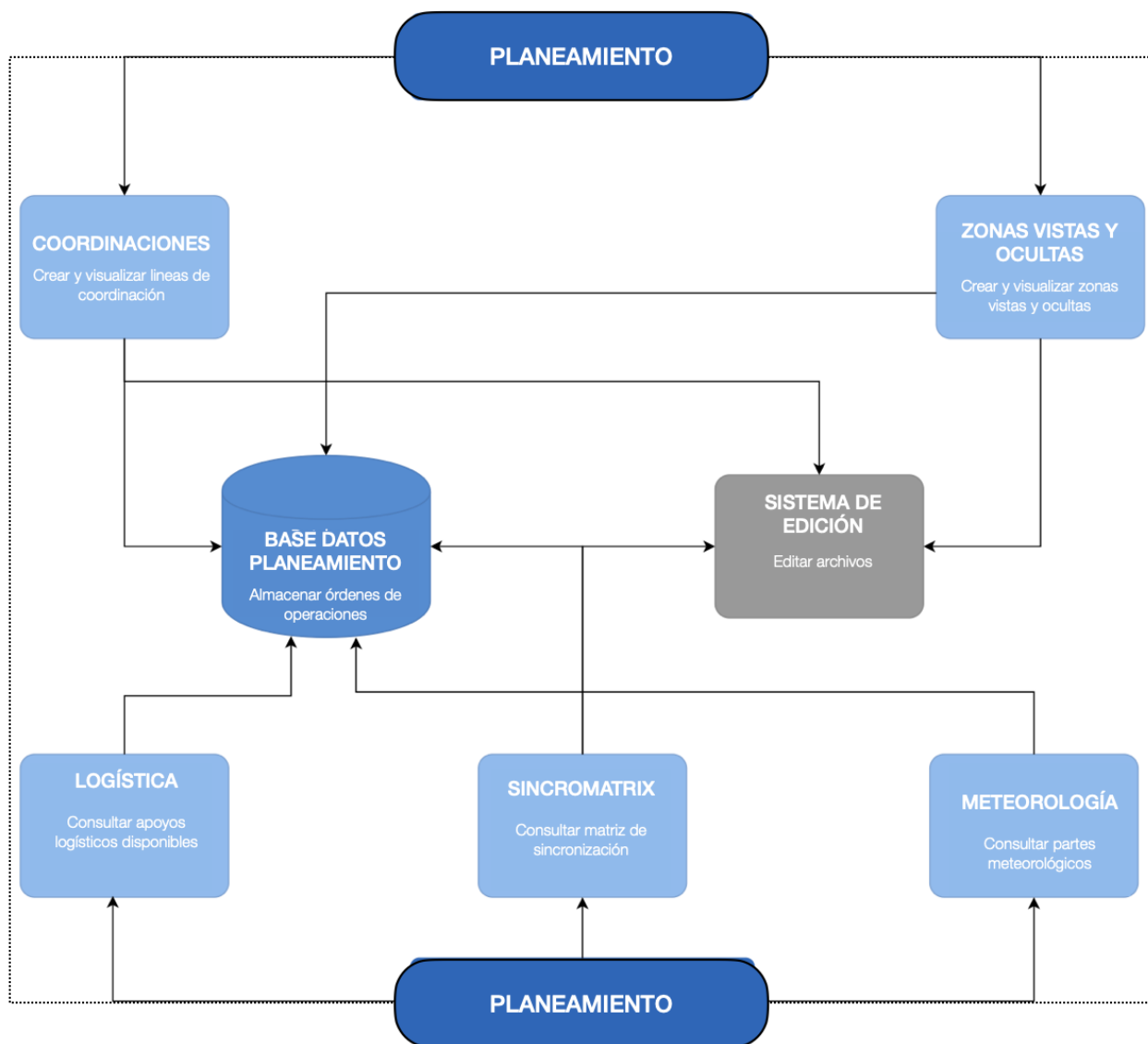


Ilustración 7 - Diagrama de componentes: Planeamiento. Fte.: elaboración propia.

¹⁵. Por ejemplo: Si un teniente jefe de sección ha planeado una maniobra en las que involucra a sus tres jefes de pelotón, el sargento jefe de pelotón podrá visualizar las coordinaciones con su teniente y crear nuevas coordinaciones para sus jefes de escuadra.



Una funcionalidad muy importante en esta aplicación es el uso de herramientas topográficas digitales, funcionalidad muy demandada por el personal encuestado (véase Anexo III). Por ello, esta funcionalidad engloba un amplio conjunto de herramientas topográficas que son necesarias para la conducción de las operaciones y el estudio del terreno. Dentro de esta funcionalidad los usuarios pueden crear *waypoints*¹⁶, crear *tracks*¹⁷, geolocalizar las fuerzas propias, tomar coordenadas instantáneamente, utilizar mapas *offline* y medir rumbo y distancia. Para las funcionalidades de *waypoint* y *track* la aplicación requiere de un sistema de edición con el que poder editar la apariencia tanto de las ubicaciones guardadas como de las rutas creadas. Estas dos funcionalidades son las únicas funcionalidades topográficas que se pueden editar y guardar para su posterior utilización. El sistema auxiliar de coordenadas GPS permite a todas las funcionalidades topográficas conocer la ubicación del usuario. Para la navegación y localización de unidades propias se utilizarán mapas que anteriormente se han tenido que haber descargado e introducido en la base de datos de topografía para poder utilizar estos mapas sin necesidad de cobertura. Cabe destacar, que los mapas offline que se encuentran en la base de datos están disponibles para todos los usuarios de una misma unidad. Al igual que los mapas offline, los archivos creados mediante las herramientas topográficas serán guardados en la base de datos de topografía. A continuación, en la Ilustración 8 aparecen las funcionalidades específicas de Topografía.

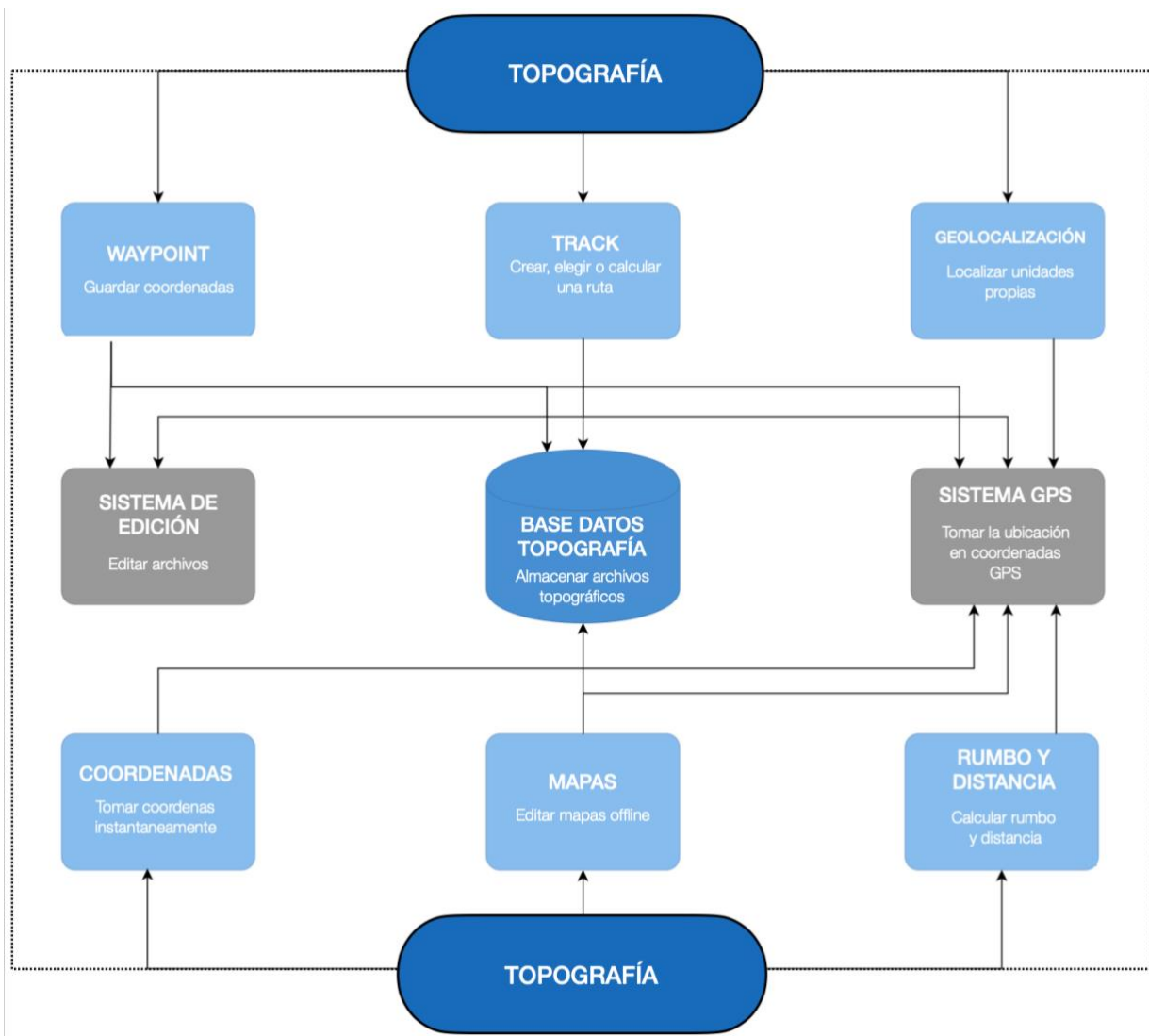


Ilustración 8 - Diagrama de componentes: Topografía. Fte.: elaboración propia.

¹⁶ Punto de interés en una ruta

¹⁷ Ruta anteriormente planeada



La funcionalidad conducción (véase en la Ilustración 9) está compuesta por chat táctico, designador de objetivos, petición de evacuación médica (MEDEVAC/CASEVAC), rastreo del enemigo e integración de los medios no tripulados (*Remotely Piloted Aircraft System, RPAS*). La finalidad de este conjunto de funcionalidades es que los cuadros de mando tengan las herramientas suficientes como para realizar una conducción de los combates adecuada. Con tal finalidad, en la aplicación se doblan los medios con los que los jefes de las pequeñas unidades pueden comunicarse. De esta manera, los cuadros de mando pueden comunicarse mediante el chat interno de la aplicación y los medios tipo fonía con los que habitualmente se comunican, de tal forma que, si alguno de los medios de comunicación fallara, existe otro medio con el que los jefes de unidad puedan mantener la comunicación. Con la funcionalidad de designación de objetivos los usuarios pueden localizar en el mapa la ubicación del enemigo y poder compartirla con el resto de los usuarios. La aplicación permite rellenar los mensajes normalizados para la petición de MEDEVAC o CASEVAC con la finalidad de agilizar el proceso de petición de los apoyos sanitarios. Una parte importante en estas funcionalidades es la integración de los medios RPAS con la aplicación. El propósito de esta funcionalidad es poder visualizar desde el propio móvil las tomas aéreas que los medios no tripulados tipo RPAS están capturando. Para poder realizar esta función, la aplicación requiere de un sistema de reproducción de video externo y de un sistema que vincule la aplicación con los medios RPAS.

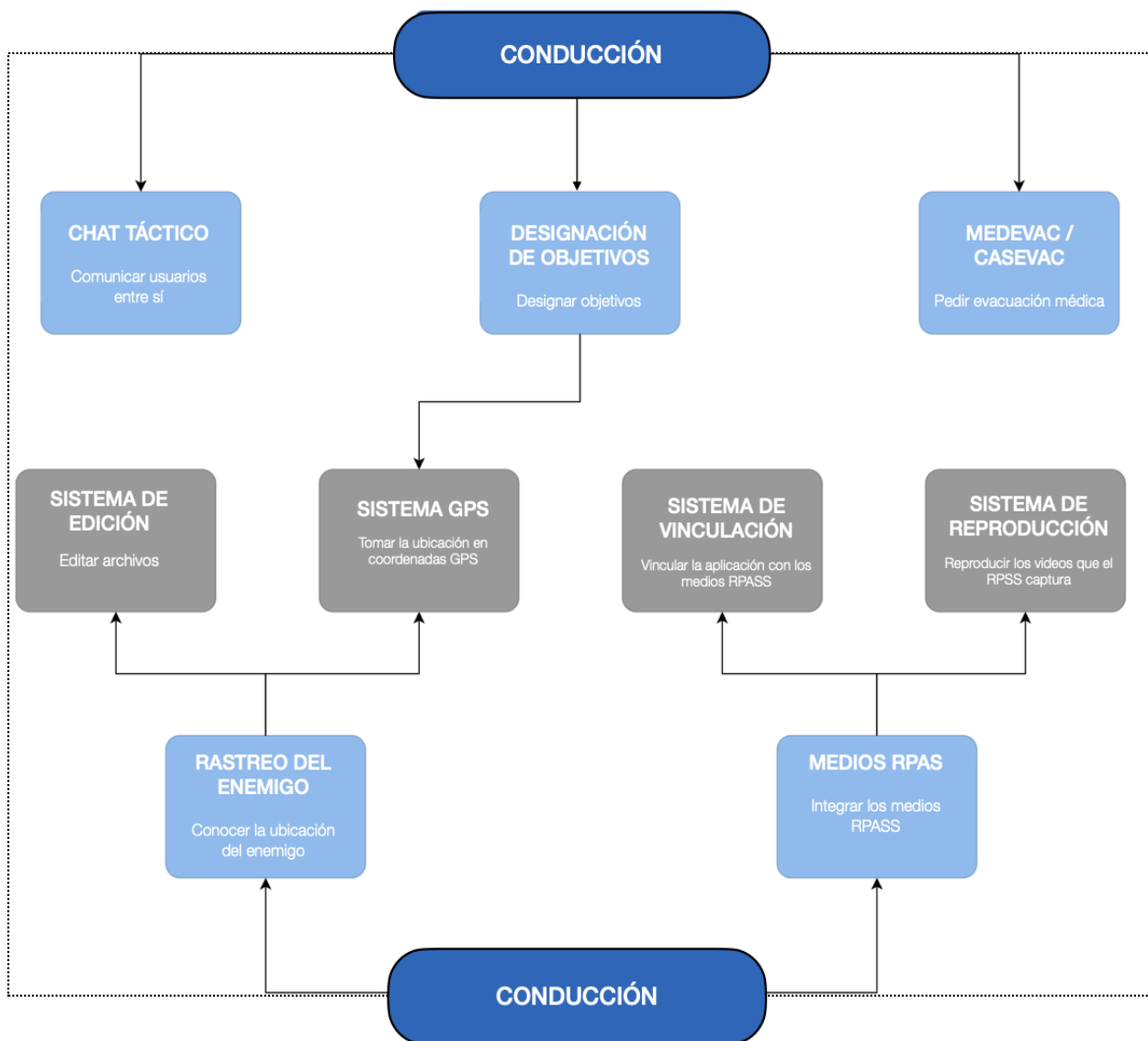


Ilustración 9 - Diagrama de componentes: Conducción. Fte.: elaboración propia.



Finalmente, el diagrama de componentes fuegos contiene las funcionalidades necesarias para realizar los cálculos y peticiones de fuego (véase Ilustración 10). En esta funcionalidad general se encuentran los apoyos de fuego disponibles, los datos de tiro para las piezas de mortero y la herramienta observatorio diseñada para ubicar un punto en el terreno desde el cual poder calificar y corregir el tiro de morteros. En esta funcionalidad se integra la calculadora de morteros (CALMOR) ya existente y creada por el Ejército de Tierra. La estructura de aplicación incorpora la CALMOR para poder calcular de forma automática los datos de tiro para las piezas de mortero. Todos los datos de tiro se almacenan en la base de datos de mortero y están disponibles permanentemente para poder consultarlos.

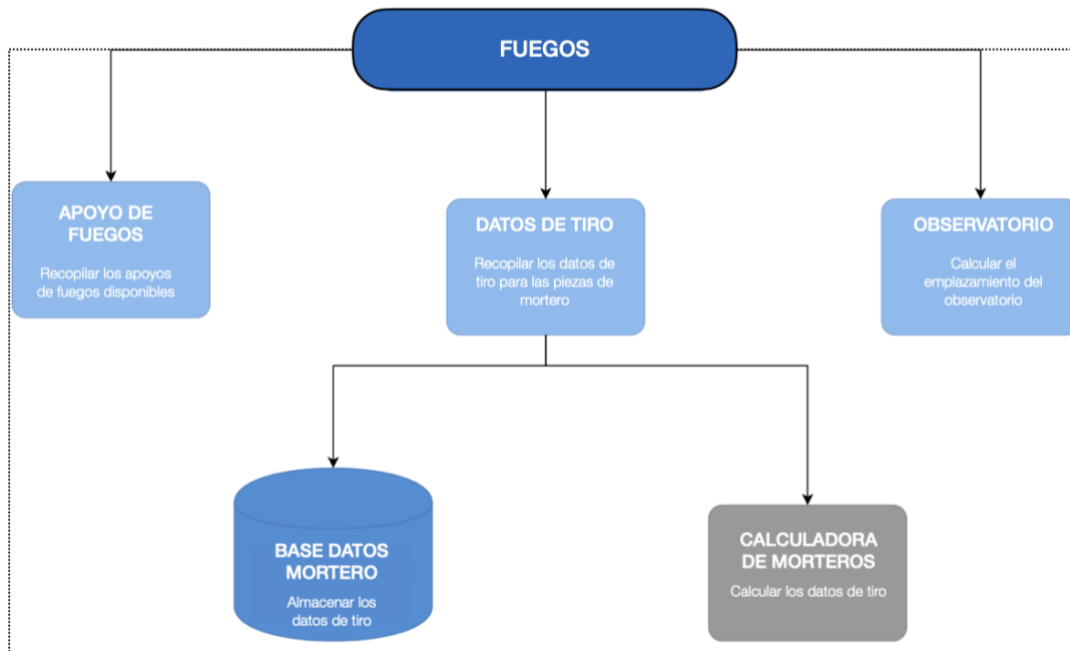


Ilustración 10- Diagrama de componentes: Fuegos. Fte.: elaboración propia.

Una vez que se han introducido los tres niveles del modelo C4 con los que se pretende desglosar la estructura de la aplicación de mando y control, la Ilustración 11 resume los diferentes niveles de detalle de la estructura de aplicación. Esta ilustración permite comprender la secuencia seguida para desarrollar la estructura de aplicación a partir de los diferentes niveles del modelo C4.

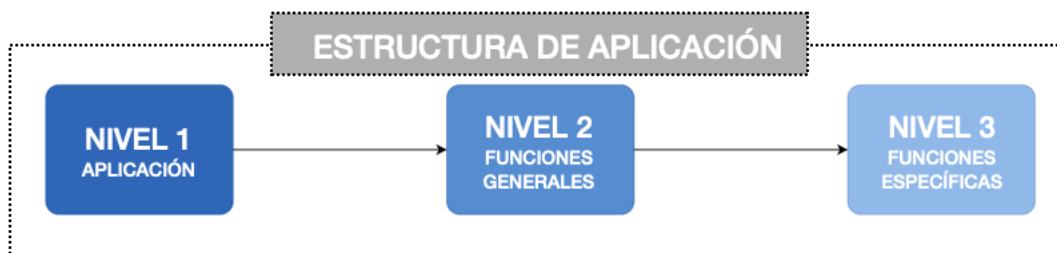


Ilustración 11 - Resumen modelo C4. Fte.: elaboración propia.

Por último, en la Ilustración 12 se representa el desglose general de la estructura de aplicación. En ella, se puede apreciar en formato desarrollado y detallado los contenidos de Ilustración 11. A modo de mapa conceptual, la visión general de la aplicación permite comprender la composición de cada uno de los niveles del modelo C4 y cómo estos están relacionados.

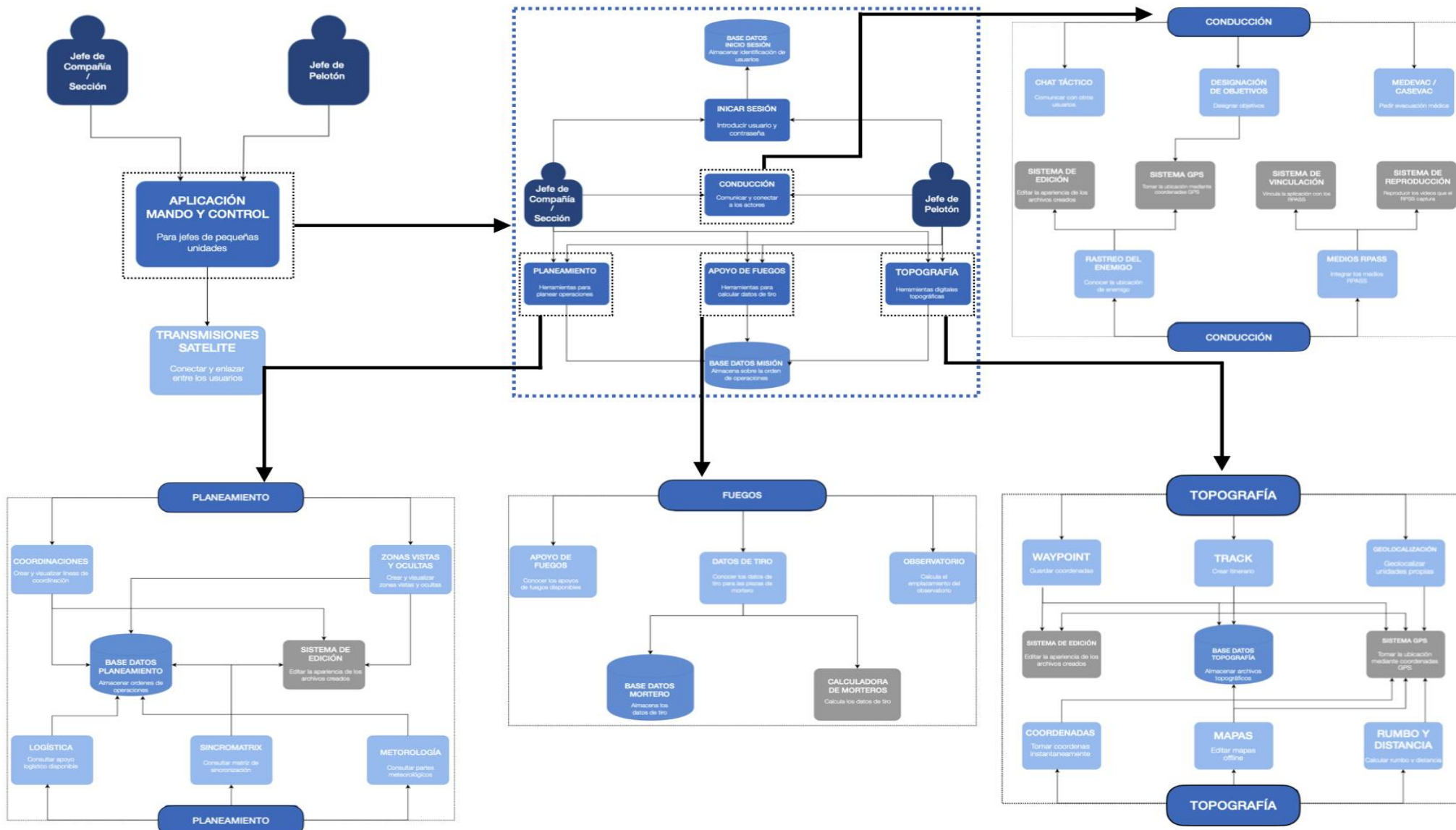


Ilustración 12 – Visión general de la estructura de aplicación. Fte.: elaboración propia.



Es importante definir cuáles son las funcionalidades que cada actor puede ejecutar con la aplicación de acuerdo con su puesto táctico y cometidos dentro de una unidad. Como ya se ha visto en el Apartado 4.4, el motivo principal por el que la aplicación tiene dos actores es porque cada uno de ellos desempeña un rol diferente en la aplicación. En la Tabla 7 se pueden apreciar las funcionalidades correspondientes a cada actor.

	FUNCIONALIDAD	JEFE COMPAÑÍA / SECCIÓN	JEFE PELOTÓN
CONDUCCIÓN	Comunicar vía chat táctico	SI	SI
	Designar objetivos	SI	SI
	Pedir MEDEVAC/CASEVAC	SI	NO
	Rastrear enemigo	SI	NO
FUEGOS	Solicitar apoyo de fuegos	SI	NO
	Localizar observatorio	NO	SI
	Calcular datos tiro	NO	SI
PLANEAMIENTO	Visualizar/crear coordinaciones	SI	SI
	Visualizar/crear SINCROMATRIX	SI	SI
	Solicitar apoyo logístico	SI	NO
	Crear zonas vistas y ocultas	SI	NO
	Visualizar meteorología	SI	NO
TOPOGRAFÍA	Tomar coordenadas	SI	SI
	Calcular rumbo y distancia	SI	SI
	Crear <i>waypoint</i>	SI	SI
	Crear <i>track</i>	SI	SI
	Visualizar mapas <i>offline</i>	SI	SI
	Geolocalizar fuerzas propias/enemigas	SI	SI

Tabla 7 - Funcionalidades de los actores. Fte.: elaboración propia.

Los tres niveles del modelo C4 anteriormente desarrollados, permiten conocer todas las funcionalidades que los usuarios pueden utilizar con la aplicación de mando y control. A continuación, se desarrollan detalladamente las funcionalidades específicas que más han demandado los encuestados. Para el desarrollo de las funcionalidades específicas, se ha tomado como referencia el diagrama de barras del Anexo V en el que se recoge la valoración media de los encuestados para cada una de las funcionalidades. El desarrollo detallado de todas las funcionalidades está presente en el Anexo VI.

- Coordinaciones** (planeamiento): la finalidad de esta función es poder crear y ver en el mapa las líneas de coordinación necesarias para la realización de una maniobra. Cada jefe de unidad podrá ver las coordinaciones con el escalón superior y crear nuevas líneas de coordinación con las que coordinar su propia maniobra. Para visualizar las coordinaciones, los usuarios tendrán que seleccionar las coordinaciones que quieran mostrar en el mapa. El sistema mostrará un desplegable de las coordinaciones que están en la base de datos planeamiento y mostrará en pantalla aquellas coordinaciones seleccionadas. Para poder crear unas nuevas coordinaciones, el usuario las dibujará en el mapa y las editará según el sistema editor de archivos. Posteriormente, la aplicación guardará estas coordinaciones en la base de datos de planeamiento y estarán disponibles para las unidades subordinadas.
- Coordenadas** (topografía): la finalidad de esta función es que los usuarios tomen coordenadas GPS de una determinada localización mediante medios digitales. Para ello, el usuario tendrá que marcar en el mapa el punto del que se quieren conocer las coordenadas. El sistema recurrirá al sistema de localización GPS propio del móvil y calculará las coordenadas del punto. Estas coordenadas, a diferencia de la función *waypoint*, no son guardadas ya que es una herramienta para hacer una toma de coordenadas instantánea. Las coordenadas calculadas con esta funcionalidad son solo de interés temporal con la finalidad de proporcionar información de una determinada ubicación.



- **Rumbo y distancia** (topografía): la finalidad de esta función es que los usuarios puedan realizar medidas topográficas de forma digital. Para ello, el usuario deberá de situar en el mapa el punto de origen y punto de destino sobre los que se quieren conocer las magnitudes de rumbo y distancia. El sistema calculará el rumbo en milésimas artilleras y la distancia en metros utilizando el sistema de ubicación GPS del móvil.
- **Chat táctico** (conducción): la finalidad de esta función es que los usuarios puedan hacer una conducción de las operaciones a través de un chat que les permita comunicarse. Para ello, el usuario deberá de escribir el mensaje y la aplicación mostrará los usuarios con los que el usuario está conectado y este deberá de seleccionar el receptor.
- **Apoyos de fuegos** (fuegos): la finalidad de esta función es que el usuario pueda conocer los apoyos de fuegos que tiene disponible y, en función de la disponibilidad, poder realizar una solicitud de apoyo de fuegos cuando el momento de la maniobra lo precise. Para ello, el sistema le mostrará la relación de los apoyos de fuegos que quedan disponibles para su maniobra, de tal forma que el usuario seleccionará y solicitará los apoyos de fuegos que considere. Además, se actualizará la relación de apoyos de fuegos disponible.

Por último, tras haber implementado las funcionalidades de la aplicación según las necesidades de los cuadros de mando de las pequeñas unidades, es importante realizar un análisis de criticidad. Con este análisis representado en la Tabla 8 se contrastan las necesidades del cliente junto con la cobertura del software y el riesgo técnico. La finalidad de este análisis es hacer una evaluación de las funcionalidades de la aplicación y establecer una jerarquización de las funcionalidades de acuerdo con la demanda de los usuarios averiguada en las encuestas y que es utilizada como referencia para poder establecer un orden de las funcionalidades dentro de la interfaz de la aplicación. Para la realización de este análisis se ha tomado como referencia el Anexo III – Gráficos de resultados de las encuestas y Anexo V – Valoración de las funcionalidades.

	REQUISITOS	NECESIDADES DEL CLIENTE	COBERTURA DE LA ARQUITECTURA DEL SOFTWARE	RIESGO TÉCNICO
CONDUCCIÓN	Comunicar vía chat táctico	ALTA	ALTA (involucra jefe compañía, jefe sección y jefe pelotón)	BAJO (Funcionalidad en BMS)
	Designar objetivos	MEDIA	ALTA (involucra jefe compañía, jefe sección y jefe pelotón)	BAJO (Similar a toma de coordenadas)
	Pedir MEDEVAC/CASEVAC	MEDIA	MEDIA (involucra jefe compañía y jefe sección)	BAJO (Diseño normalizado de peticiones)
	Rastrear enemigo	MEDIA	BAJA (involucra jefe compañía)	ALTO (Visualizar fotos y videos en tiempo real)
FUEGOS	Solicitar apoyo de fuegos	ALTA	BAJA (involucra jefe compañía)	BAJO (Comunicación sencilla)
	Localizar observatorio	MEDIA	BAJA (involucra jefe pelotón)	BAJO (Funcionalidad en Carta Digital)
	Calcular datos tiro	MEDIA	BAJA (involucra jefe pelotón)	MEDIO (Integrar CALMOR)
PLANEAMIENTO	Visualizar/crear coordinaciones	ALTA	ALTA (involucra jefe compañía, jefe sección y jefe pelotón)	BAJO (Diseño simple: visualizar coordinaciones en mapa)
	Visualizar/crear SINCROMATRIX	MEDIA	ALTA (involucra jefe compañía, jefe sección y jefe pelotón)	BAJO (Diseño simple: visualizar una tabla como imagen)
	Solicitar apoyo logístico	MEDIA	BAJA (involucra jefe compañía)	BAJO (Comunicación via radio/chat)
	Crear zonas vistas y ocultas	BAJA	BAJA (involucra jefe compañía)	BAJO (Diseño simple disponible en Carta Digital)
	Visualizar meteorología	BAJA	BAJA (involucra jefe compañía)	BAJO (Diseño simple : visualizar como imagen)
TOPOGRAFÍA	Tomar coordenadas	ALTA	ALTA (involucra jefe compañía, jefe sección y jefe pelotón)	BAJO (Funcionalidad en BMS)
	Calcular rumbo y distancia	ALTA	ALTA (involucra jefe compañía, jefe sección y jefe pelotón)	BAJO (Funcionalidad en BMS)
	Crear waypoint	ALTA	ALTA (involucra jefe compañía, jefe sección y jefe pelotón)	BAJO (Funcionalidad en BMS)
	Crear track	ALTA	ALTA (involucra jefe compañía, jefe sección y jefe pelotón)	BAJO (Funcionalidad en BMS)
	Visualizar mapas offline	ALTA	ALTA (involucra jefe compañía, jefe sección y jefe pelotón)	MEDIO (Funcionalidad en BMS.)
	Geolocalizar fuerzas propias/enemigas	MEDIA	ALTA (involucra jefe compañía, jefe sección y jefe pelotón)	BAJO (Funcionalidad en BMS)

Tabla 8 - Análisis de criticidad.

Fte.: elaboración propia con información del Anexo V – Valoración de las funcionalidades.



4.7 DISEÑO DE LAS BASES DE DATOS

En las ilustraciones en las que se explica la estructura de la aplicación, a lo largo de los tres niveles en los que la estructura de aplicación queda desarrollada, se precisa de una totalidad de cinco bases de datos¹⁸. Los archivos que los usuarios de la aplicación utilizan para el desarrollo de las operaciones quedan disponibles en estas bases de datos para su posterior uso durante en planeamiento y conducción de las operaciones con la finalidad de que los actores utilicen la aplicación como un sistema de mando y control. Para el desarrollo de las mismas, se ha utilizado el modelo de bases de datos relacional (Bernardi, S. y Dranca, L., 2020).

En primer lugar, en el nivel 1 se ha creado una base de datos de *inicio de sesión*. En ella se almacena la información necesaria para que la aplicación pueda cotejar y permitir los inicios de sesión de los usuarios.

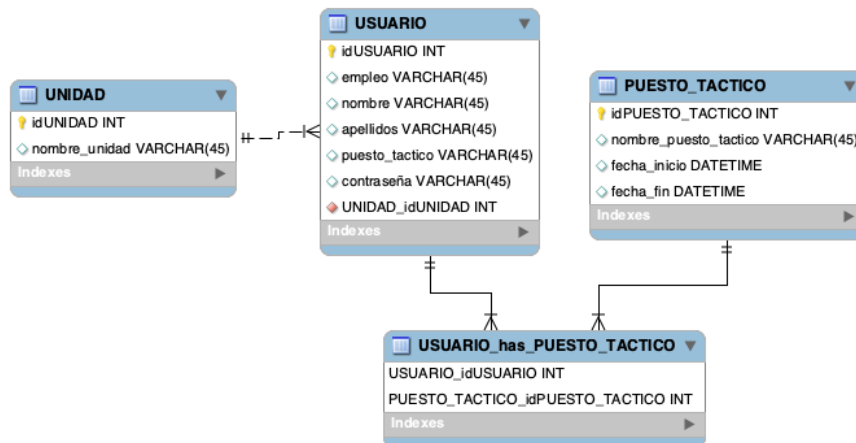


Ilustración 13 - Base de datos: Inicio de sesión. Fte.: elaboración propia.

La base de datos *de Inicio de sesión* de la Ilustración 13, está compuesta por las entidades: USUARIO, UNIDAD y PUESTO_TACTICO. Como ya se ha mencionado anteriormente los usuarios de la aplicación únicamente son los jefes de las pequeñas unidades. Es en la base de datos *Inicio de sesión* donde se almacena la información de los usuarios como por ejemplo el identificador de usuario (*idUSUARIO*) e información importante para el desarrollo de las operaciones como es el *empleo táctico* que cada jefe de unidad desempeña dentro de una organización operativa. Las entidades de USUARIO y PUESTO_TACTICO están relacionadas mediante una cardinalidad muchos-a-muchos ya que los puestos tácticos de los usuarios varían en función de la misión a realizar. Por ello, hay que indicar cuál es la *fecha_inicio* y *fecha_fin* en la que se desempeña un puesto táctico u otro. Además, un puesto táctico puede ser desempeñado por diferentes militares en una o diferentes operaciones. Por ese motivo aparece la entidad *USUARIO_has_PUESTO_TACTICO*.

En segundo lugar, y también en el nivel 1, existe la base de datos de la *Misión* de la Ilustración 14. Esta base de datos contiene la orden de operaciones del escalón superior con la que los jefes de las unidades subordinadas tendrán disponible toda la información necesaria relativa a la misión, así como la información necesaria para realizar sus propios planeamientos.



Ilustración 14 – Base de datos: Misión. Fte.: elaboración propia.

¹⁸ Bases de datos: inicio de sesión, misión, planeamiento, topografía y morteros. La información recogida en las ilustraciones 13, 14, 15, 16 y 17 no tiene acentos con la finalidad de que las bases de datos no den fallos en el sistema.



Posteriormente, en el nivel 3 encontramos las bases de datos de las funcionalidades específicas de *Planeamiento*, *Topografía* y *Morteros*. La base de datos de *Planeamiento* es la más extensa de la aplicación ya que contiene toda la información necesaria para el desarrollo de una misión. En esta base de datos se encuentran todos los apartados que los jefes de unidad deben de desarrollar para poder hacer un planeamiento detallado de una operación y así completar el formato de una orden de operaciones. Cabe destacar que, el tener un acceso permanente a esta base de datos es de vital importancia para el actor jefe de compañía/sección ya que son los jefes de unidad cuyo planeamiento requiere mayor detalle. Por otro lado, los planeamientos de los jefes de pelotón son planeamientos expeditos o de combate que no necesitan tanto detalle pero que de igual modo estos actores necesitan planear sus propias operaciones. En la Ilustración 15 se detallan las entidades que componen la base de datos de *Planeamiento*:

- **FUERZAS_PROPIAS:** contiene la información relevante sobre el tipo de unidad que va a llevar a cabo la operación. Se almacenan datos importantes como la *entidad* de la unidad, *número de militares*, *armamento* y *material* característico de la unidad que realiza la misión.
- **ENEMIGO:** contiene información similar a la entidad de fuerzas propias, pero refiriéndose al enemigo. Los datos almacenados como *entidad*, *armamento*, *vehículos* o *número de enemigos* es necesario conocerlos para el planeamiento de las operaciones. En función de esta información, podremos conocer las líneas de actuación más peligrosas y probables del enemigo, lo que permitirá a los jefes de unidad articular su maniobra.
- **METEOROLOGÍA:** contiene el parte meteorológico del periodo de tiempo durante el cual se va a desarrollar la operación. La finalidad de esta base de datos es dotar a los jefes de unidad de la información necesaria para amoldar la maniobra de las unidades a las condiciones meteorológicas. Además, la ubicación del parte meteorológico se expresará en función de las coordenadas del lugar en el que las unidades vayan a operar. Los datos de *direccion_viento* se guardan en milésimas artilleras¹⁹.
- **TERRENO:** almacena la información obtenida tras haber realizado el estudio del terreno. En función de las condiciones del terreno, los jefes de unidad planearán sus líneas de acción de tal forma que la maniobra aproveche al máximo las condiciones del terreno en beneficio de la maniobra.
- **SITUACIÓN:** agrupa la información de *FUERZAS_PROPIAS*, *ENEMIGO*, *METEOROLOGÍA* y *TERRENO* para poder generar una visualización rápida del contexto en el que se va a desarrollar la operación.
- **MISIÓN:** basándose en las 5W (qué, quién, cuándo, por qué, dónde y para qué) almacena de forma resumida la información que detalla la misión.
- **EJECUCIÓN:** es la entidad más importante de cara al planeamiento de la operación. En ella se redacta minuciosamente cuál va a ser la maniobra de las unidades y las medidas de coordinación necesarias para asegurar la correcta fluidez y ritmo de la operación. De acuerdo con el método de planeamiento, la ejecución de una operación se expondrá secuencialmente según la SNCROMATRIX.
- **LOGÍSTICA:** se almacenan los tipos y cantidades de clases logísticas que una unidad dispone para llevar a cabo una misión, así como el material que cada uno de los miembros de la unidad lleva en su equipo.
- **MANDO_TRANSMISIONES:** se detalla quienes son los jefes de las unidades, la sucesión de mando y los medios de transmisiones necesarios. También se almacenan las diferentes frecuencias de radio que las unidades utilizarán para establecer contacto entre ellas y asegurar el mando y control.

¹⁹ 360 grados = 6400 milésimas artilleras.

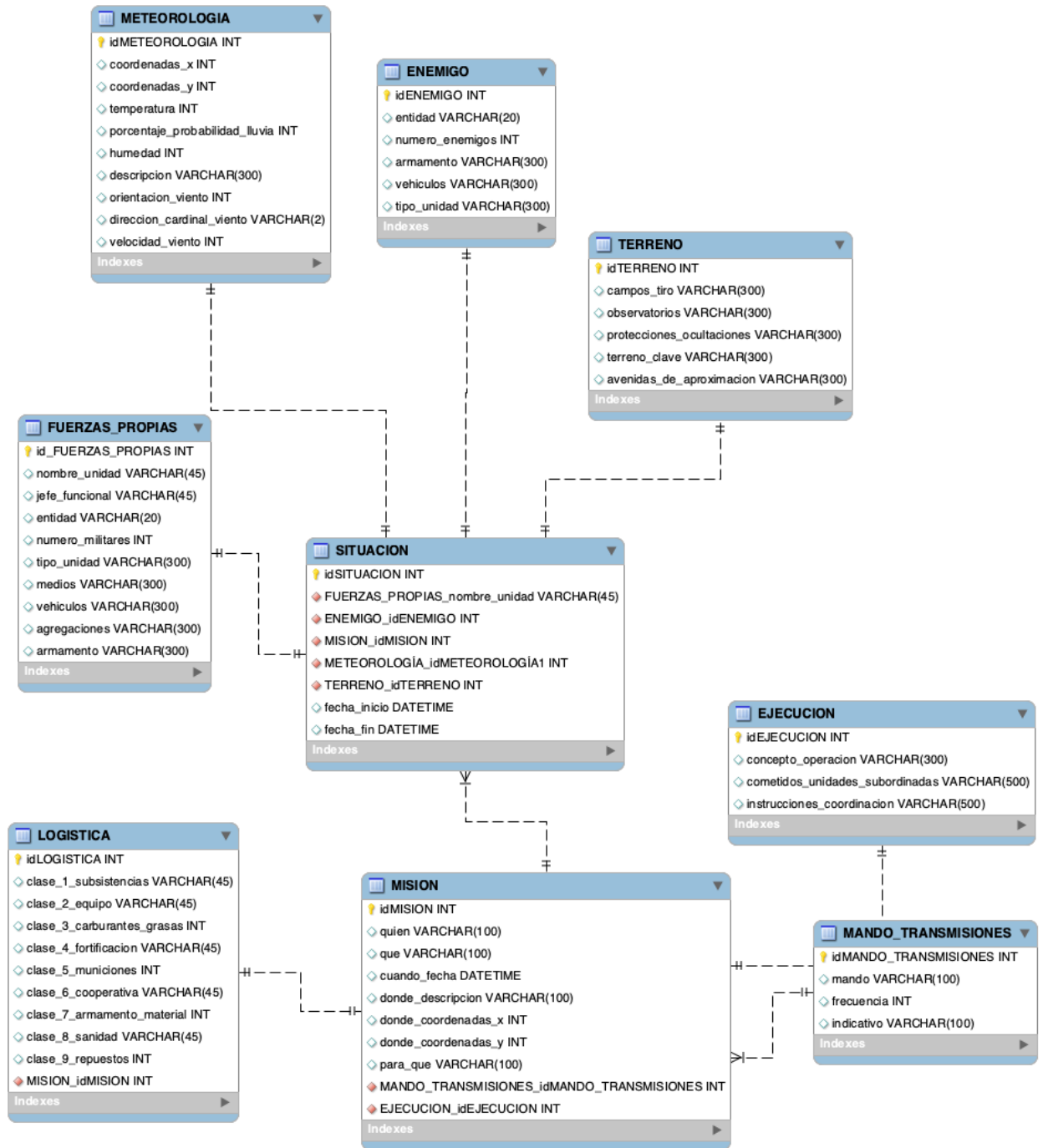


Ilustración 15 - Base de datos: Planeamiento. Fte.: elaboración propia.

Para la entidad SITUACIÓN existe una cardinalidad uno-a-uno con las entidades FUERZAS_PROPIAS, ENEMIGO, TERRENO y METEOROLOGÍA ya que la situación de una misión es única para cada caso. Por otro lado, la entidad SITUACIÓN tiene una cardinalidad uno-a-muchos con MISIÓN ya que la situación de una misión puede cambiar o evolucionar, como por ejemplo la meteorología, pero la misión encomendada es única para cada situación. Similar es el caso de la entidad MANDO_TRANSMISIONES, ya que los jefes de unidad o los medios y frecuencias de las transmisiones pueden ser los mismos para diferentes misiones, pero en una misión los jefes de las unidades o las frecuencias son las que se establecen según planeamiento y no cambian. Por último, las entidades de LOGÍSTICA y EJECUCIÓN tienen una cardinalidad uno-a-uno con la entidad de MISIÓN ya que se mantienen según lo planeado. Las modificaciones que puede tener la EJECUCIÓN ya están contempladas en los planes de contingencia de las instrucciones de coordinación propias del planeamiento. Esta base de datos tiene el propósito de poder compartir la información del planeamiento de las operaciones con el resto



de los jefes de las pequeñas unidades de tal forma que la información relativa al desarrollo de una operación esté permanentemente disponible en la aplicación.

En la funcionalidad de topografía también existe una base de datos, representada en la Ilustración 16. La base de datos *Topografía* guarda la información generada del planeamiento y estudio del terreno, así como recursos topográficos que los jefes de las unidades pueden requerir durante el desarrollo de una operación.

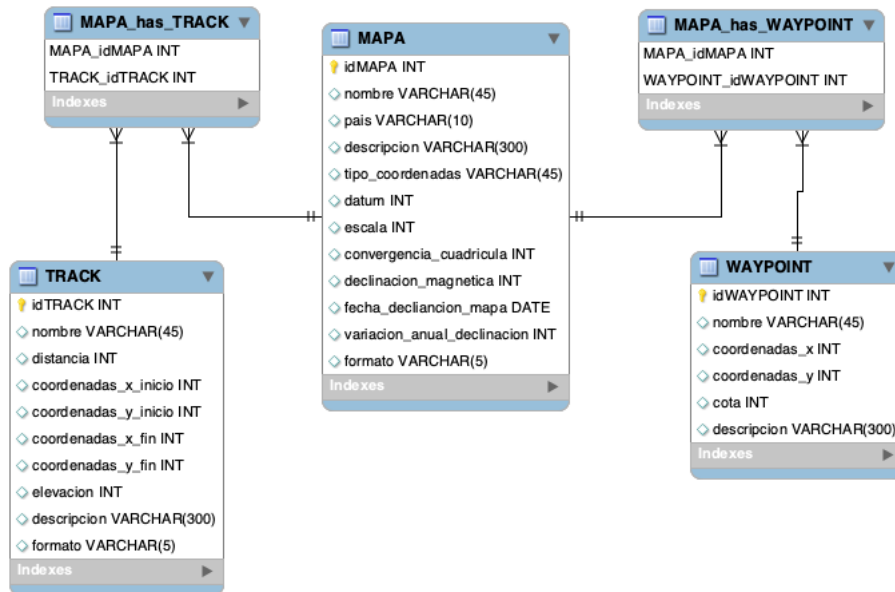


Ilustración 16 - Base de datos: Topografía. Fte.: elaboración propia.

Las entidades que comprende la base de datos *Topografía* son: MAPA, TRACK y WAYPOINT. Estas entidades están asociadas a funciones específicas de la funcionalidad general de topografía definidas en la Ilustración 8.

- **MAPA:** los atributos de los que está compuesta esta entidad contienen información de gran utilidad para el uso de los mapas como puede ser el tipo de coordenadas en las que el mapa está dividido digitalmente, así como los datos geográficos del momento en el que se realizó la captura del mapa²⁰. La información que estos atributos aportan es similar a la información recogida en la leyenda de los mapas cartográficos. *Convergencia_cuadrícula*, *declinación_magnetica* y *variación_anual_declinacion* se guardan en milésimas artilleras.
- **TRACK:** se almacena información que describe la *distancia* en metros de una ruta, las *coordenadas* del punto de inicio y destino y la *elevación* en metros acumulada.
- **WAYPOINT:** los atributos más importantes de esta entidad son las coordenadas ya que va a ser la información que se precise para geolocalizar un punto en el mapa. Además, el atributo *descripcion* permite detallar brevemente de que elemento del terreno se trata la ubicación que estamos guardando en el *waypoint*.

Las relaciones de TRACK y WAYPOINT con MAPA son de muchos-a-muchos por lo que ambas están relacionadas mediante las entidades asociativas *MAPA_has_TRACK* y *MAPA_has_WAYPOINT*. El motivo de esta cardinalidad es permitir que en un mapa se puedan visualizar varias rutas y puntos característicos a la vez y que las mismas rutas y puntos aparezcan en diferentes mapas. Con ello, los jefes de unidad van a poder ver digitalmente todos contenidos topográficos digitales en un solo mapa.

²⁰ Debido al movimiento de rotación y translación de la tierra las referencias del norte magnético o datum evolucionan según el movimiento de los ejes terrestres. Este tipo de información es de importancia en el uso de mapas ya que la referencia respecto a la toma de coordenadas puede variar.



Por último, la base de datos de *Mortero* de la Ilustración 17 contiene toda la información que se genera del cálculo de los datos de tiro. Mediante la funcionalidad específica de calculadora de morteros se generan los datos de tiro y es en la base de datos de *Mortero* donde estos datos quedan almacenados y disponibles para su uso durante un tiro de morteros.

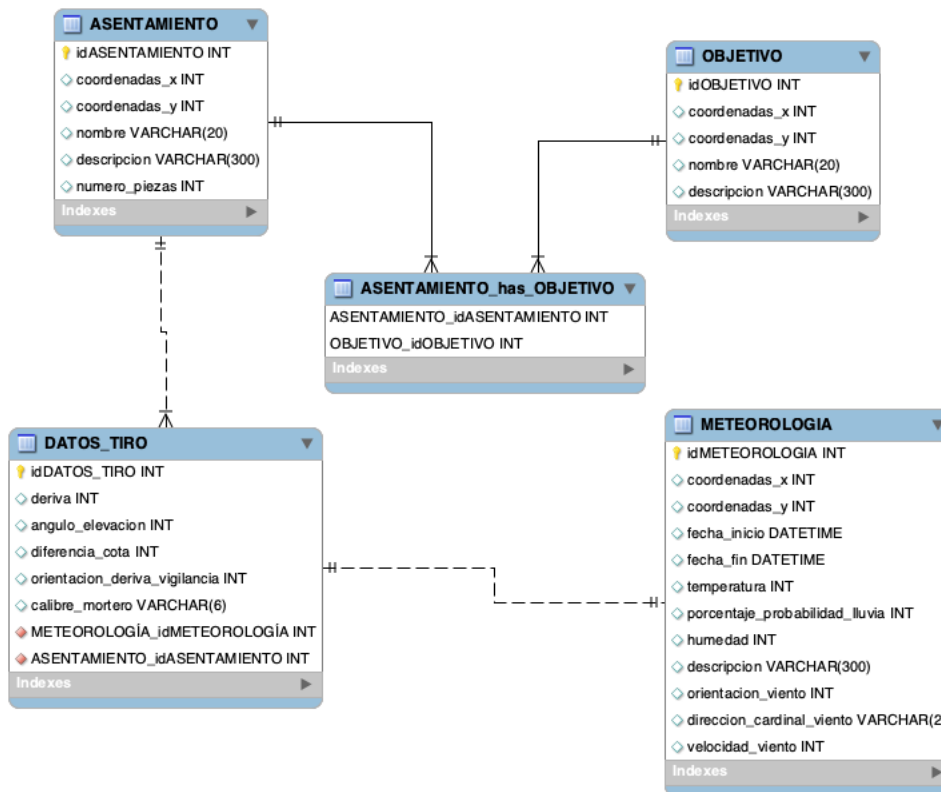


Ilustración 17 - Base de datos: *Mortero*. Fte.: elaboración propia.

Las entidades que componen esta base de datos son: ASENTAMIENTO, OBJETIVO, DATOS_TIRO y METEOROLOGIA.

- ASENTAMIENTO:** un asentamiento es el punto en el terreno en donde las piezas de mortero se asientan y se preparan para ser utilizadas durante el tiro de morteros. Fruto del planeamiento, la aplicación guardará en esta base de datos las coordenadas de los asentamientos principales y alternativos que se planean para una misión. Además, la información relativa al *calibre* o *numero_piezas* es importante que esté disponible ya que según qué tipo de granadas se utilicen o el número de piezas de mortero con las que cuenta un asentamiento, se podrán generar unos efectos u otros en el enemigo.
- OBJETIVO:** se almacena la información relativa a la ubicación, mediante coordenadas GPS, de los posibles objetivos identificados en la fase de planeamiento.
- DATOS_TIRO:** es la entidad más importante de esta base de datos. Sus atributos contienen los datos de tiro que anteriormente, durante la fase de planeamiento, se han calculado para que cuando se esté desarrollando una misión y se requiera una acción de morteros, los datos ya estén calculados sin tener que perder tiempo en ello. Esto va a permitir al actor jefe de compañía/sección agilizar el ritmo de la maniobra y no tener que romper el ritmo de la ejecución. Estos datos de tiro compondrán el plan de fuegos de la operación que un jefe de compañía/sección planee. Importante señalar que las unidades en las que se calculan los datos de tiro del mortero están en milésimas artilleras²¹.
- METEOROLOGÍA:** los datos meteorológicos afectan al tiro de morteros ya que según las condiciones meteorológicas que se den, las trayectorias de las granadas pueden verse afectadas. Por ello, la meteorología debe de estar disponible para garantizar la eficacia de los morteros. Al igual que en el



caso de DATOS_TIRO, *direccion_viento* se calcula en milésimas artilleras.

La cardinalidad entre ASENTAMIENTO y OBJETIVO es de muchos-a-muchos ya que desde un asentamiento se pueden adquirir diferentes objetivos y un objetivo puede ser batido por el fuego desde diferentes asentamientos. Por ello la existencia de la entidad asociativa *ASENTAMIENTO_has_OBJETIVO*. Por otro lado, DATOS_TIRO y ASENTAMIENTO tienen una relación de uno-a-muchos ya que un asentamiento tiene varios *datos_tiro*, uno para cada una de las piezas de mortero.



5. CONCLUSIONES

Dentro de las limitaciones que se encuentran en el sistema de mando y control BMS se concluye que, para garantizar el mando y control de las pequeñas unidades es necesario que todos los jefes de estas unidades dispongan de los medios de transmisiones adecuados. Estos medios de transmisiones deberán de garantizar continuamente el enlace entre los jefes de unidad para así garantizar el mando y control de las fuerzas propias. Aunque los jefes de compañía y sección sí cuentan con medios de transmisiones tipo HARRIS-117 o PR4G que les permiten mantener el mando y control, los jefes de pelotón carecen de estos medios. Por ello y con la finalidad de integrar a los jefes de pelotón en el mando y control, las pequeñas unidades de Infantería necesitan adquirir nuevos medios de transmisiones que garanticen la cobertura satélite para poder utilizar la aplicación y permitir el envío de datos entre los diferentes escalones de mando.

El medio de transmisiones que se propone desde este TFG para poder hacer uso de la aplicación es el medio satelital BGAN EXPLORER-710. Este medio de transmisiones permite el enlace entre los jefes de unidad, así como disponer de cobertura satélite para los dispositivos móviles. Sin embargo, la utilización de este medio satelital no sustituye por completo la utilización de las radios que actualmente los jefes de compañía y sección disponen. Las radios PR4G y HARRIS-117 pueden seguir siendo útiles cuando la misión no requiera de sistemas de mando y control o cobertura internet y solo se necesite enlazar mediante mensajes tipo fonía.

Continuando con las limitaciones del sistema de mando y control BMS, actualmente sus dispositivos hardware, radios y *tablets*, están diseñados para unidades de Infantería ligero-protegida, mecanizada o acorazada, es decir, para ser utilizados desde vehículos. Sin embargo, para unidades de Infantería ligera la utilización del BMS no es oportuna ya que no permite transmitir adecuadamente los datos a la vez que se está inmerso en el combate. Además, tal y como demandan los cuadros de mando de las pequeñas unidades, el mando y control no debe de comprometer la maniobra de las unidades, es por ello que la aplicación debe de utilizarse desde dispositivos móviles *rugerizados*²² lo suficientemente versátiles como para garantizar el mando y control durante las operaciones militares realizadas desde vehículos y a pie.

La información con la que se trabaja en un sistema de mando y control debe de tener un equilibrio entre ser una información jerarquizada, únicamente disponible para ciertos jefes de unidad, así como ser una información que se ponga en disposición de la red, de tal forma que todos los jefes inmersos en una misma operación militar tengan acceso a información importante y útil para todas las unidades. Por ello, con la definición de los actores que hacen uso de la aplicación, cada usuario podrá realizar unas funcionalidades de acuerdo con el puesto táctico que desempeñe, además de poder hacer planeamientos conjuntos entre los cuadros de mando de una misma estructura operativa.

Por otro lado, las ventajas del diseño de estructura de aplicación propuesto por este TFG son numerosas. Se permite agilizar los procesos de planeamiento ya que la información es compartida entre los escalones de mando dentro de la aplicación y está permanentemente disponible en sus bases de datos. Así mismo, la conducción de las operaciones se hace más sencilla al disponer de una aplicación operable desde un dispositivo móvil. La estructura de aplicación está desarrollada con la finalidad de poder agrupar en una futura aplicación muchas de las necesidades que los cuadros de mando demandan. En este sentido, la aplicación se puede utilizar como un GPS, como un medio de transmisiones desde el cual enlazar con el resto de las unidades o como un sistema de mando y control que permite la conducción de los combates. Con el diseño de la estructura de aplicación que se propone en este TFG, es posible mantener un mando y control de las pequeñas unidades ya que los cuadros de mando están geolocalizados permanentemente a través de la aplicación. La posibilidad de que las pequeñas unidades dispongan de medios de mando y control garantiza el poner en práctica el mando orientado a la misión²³. Además, como se puede observar en la Ilustración 12, mediante el desarrollo de

²² Capaz de utilizarse en todo tipo de situaciones adversas.

²³ Ejercicio de la autoridad y dirección de un mando mediante el uso de órdenes de misión, para fomentar la iniciativa disciplinada dentro del propósito del escalón superior.



la estructura de aplicación se permite obtener un diseño de la aplicación agrupado por funciones de combate. Esto permite al usuario utilizar fácilmente el sistema de mando y control ya que, según sus necesidades o condiciones del combate, podrá hacer uso de la aplicación de una forma rápida, sencilla e inteligible.

Por ello, y como línea futura, desde este trabajo se propone implementar una aplicación de mando y control basada en la estructura de aplicación que en este TFG se presenta, de modo que sea accesible para todos los cuadros de mando. Además, la doctrina del Ejército de Tierra deberá de incluir las tácticas, técnicas y procedimientos necesarios para garantizar un uso normalizado de la aplicación durante las operaciones militares y así garantizar la interoperabilidad entre las unidades de combate del Ejército de Tierra.

Desde este TFG, de acuerdo con el propósito del JEME en el horizonte de 2035, se apuesta por continuar con el desarrollo de los sistemas de mando y control ya que garantizan las coordinaciones necesarias cuando las unidades se encuentran desarrollando sus operaciones. Con ello, las unidades del Ejército de Tierra contarán con sistemas tecnológicos actualizados y avanzados.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernardi, S. y Dranca, L., (2020). *Sistemas de Información para la Dirección*. Zaragoza: Edelvives Talleres Gráficos.

C4 model (s.f). El modelo C4 para la visualización de la arquitectura de software. Disponible en: <https://c4model.com> [Consultado 25-09-2021]

Department of the Army (2019). *ADP 6-0 Mission Command, command and control of army forces*. Washington D.C.

Ejército de Tierra (2015). *Plan MC3. Plan de modernización de los Sistemas de Mando y Control*. Madrid: Comunicaciones del Ejército de Tierra.

Ejército de Tierra (2019). *BRIGADA 2035. Brigada experimental*. Madrid: Centro Geográfico del Ejército. Disponible en: https://ejercito.defensa.gob.es/Galerias/Descarga_pdf/EjercitoTierra/Publicaciones/fuerza_35.pdf [Consultado 13-09-2021]

Ejército de Tierra (2019). *MT-021: Manual de Usuario BMS-ET*. Madrid: Centro Geográfico del Ejército de Tierra.

Infodefensa TV. EMPECINADO 2021: Finaliza el ejercicio más exigente del Mando de Operaciones Especiales. [Youtube]. 17 de noviembre. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=_Mlsb5oEEoI. [Consultado 20-12-2021]

Mando de Adiestramiento y Doctrina (2001). OR04-108: La Compañía de Mando y Apoyo del Batallón de Infantería. Granada: Centro Geográfico del Ejército de Tierra.

Mando de Adiestramiento y Doctrina (2014). *PD0-000: Glosario de términos militares*. Granada: Centro Geográfico del Ejército de Tierra.

Mando de Adiestramiento y Doctrina (2017). *MI-502: Radio Spearnet*. Granada: Centro Geográfico del Ejército de Tierra.

Mando de Adiestramiento y Doctrina (2019). *MI-500: Radio teléfono PRG4*. Granada: Centro Geográfico del Ejército de Tierra.

Mando de Adiestramiento y Doctrina (2017). *MI-506: Radio HF HAARIS RF-5800-H*. Granada: Centro Geográfico del Ejército de Tierra.

MySQL Workbench (s.f). MySQL Workbench Manual: Información General. Disponible en: <https://dev.mysql.com/doc/workbench/en/wb-intro.html> [Consultado 15-10-21]

Team Awareness Kit (2021). Android Team Awareness Kit. Disponible en: <https://www.civtak.org/atak-about/> [Consultado 22-10-2021]

Torralba, M. y Sancho, J. (2020). *Oficina de Proyectos*. Zaragoza.

Verasatglobal (2013). Internet por Satélite BGAN Explorer 710. Disponibles en: <https://www.verasatglobal.com/producto/internet-por-satelite/bgan-explorer-710/> [Consultado 29-10-2021]



Verasat (2013). Manual de usuario 98-140012-A: EXPLORER 710. Disponible en: <https://www.verasatglobal.com/wp-content/uploads/2016/03/Manual-Explorer-710.pdf> [Consultado: 1-11-2021]



ANEXOS

ANEXO I. DIAGRAMA DE GANTT

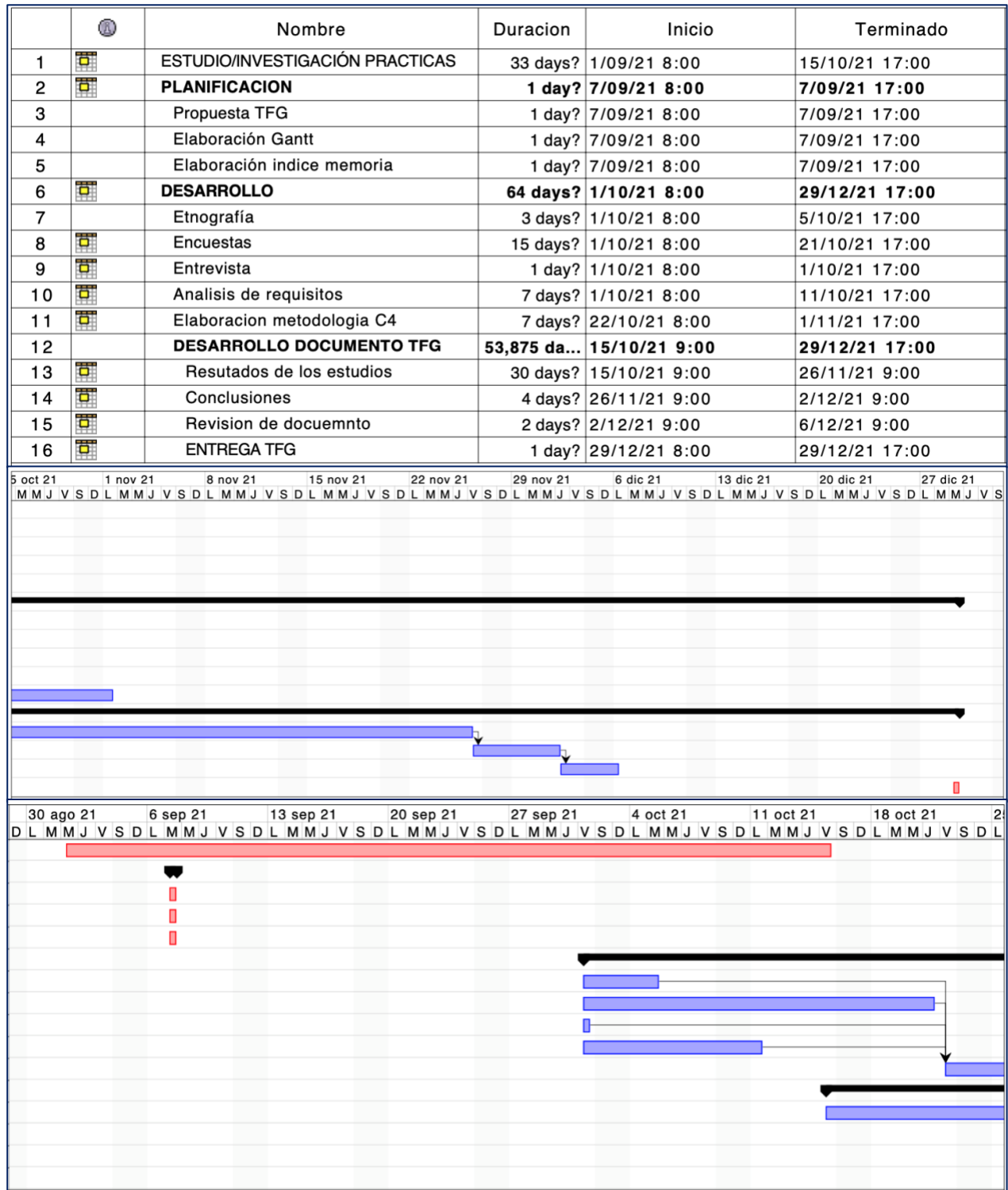




Ilustración 18 – Diagrama de Gantt. Fte.: elaboración propia.



ANEXO II. PETICIÓN DE INFORMACIÓN A LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, DOCTRINA, ORGANICA, Y MATERIALES



SERVICIO DE DOCUMENTACIÓN DIDOM



FORMULARIO DE SOLICITUD DE INFORMACIÓN

DATOS DEL USUARIO

Nombre y apellidos

Empleo Destino

Fecha de solicitud (aaaa/mm/dd)

TEMAS

Puede solicitar un máximo de 5 temas

Opción 1: Elegir tema(s)
(Pulse dentro del cuadro, el fondo cambiará a color gris y aparecerá una barra lateral para poder moverse dentro del listado, seleccione el tema y, a continuación, pulse en "Añadir tema")

A2AD	Añadir tema
Abastecimiento	
Abreviaturas, siglas, acrónimos y glosarios	
Adquisición, compra o contratación de armamento y material	
Aeromovilidad	
Alpinismo	
Apoyo al personal	
Apoyos de fuego	
Archivos, bibliotecas y museos	
Arma acorazada/blindada y Caballería	
Armamento individual, ligero y portátil	

Opción 2:
Si alguno de sus temas no aparece en el listado, escríbalo a continuación y se le contestará si ese tema puede ser atendido

	Añadir tema
--	--------------------

Temas seleccionados:

* APLICACIONES PARA EL MANDO Y CONTROL	Quitar
Transformación digital	
Transformación y modernización de las FFAA / Innovación Militar	
Nuevas tecnologías, equipos y materiales en el Ejército de Tierra	
Mando y control	

Ilustración 19 – Petición de información a DIDOM. Fte.: elaboración propia.



ANEXO III. GRÁFICOS DE RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

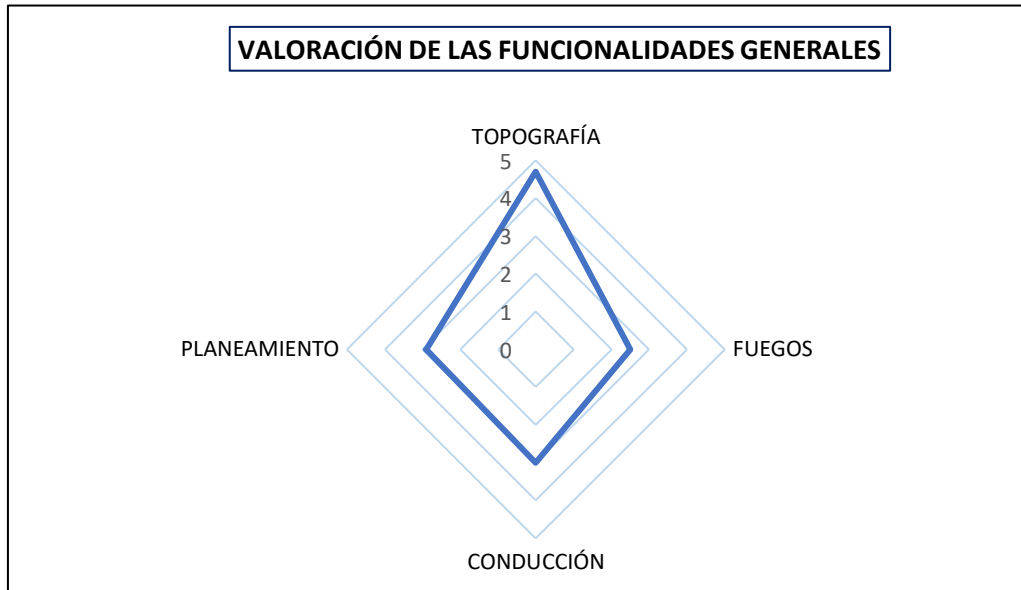


Ilustración 20 – Radar Chart: valoración de las funcionalidades generales. Fte.: elaboración propia con información de las encuestas.

¿Considera que las pequeñas unidades tienen recursos tecnológicos suficientes?

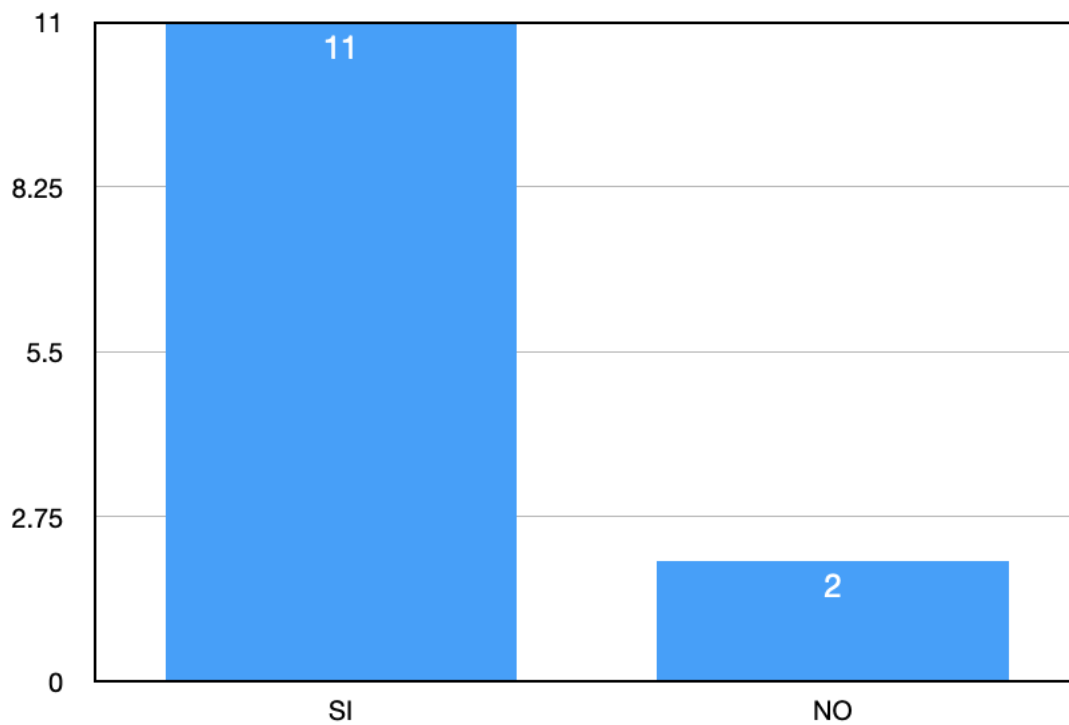


Ilustración 21 – Diagrama de barras: valoración de los recursos tecnológicos de las pequeñas unidades. Fte.: elaboración propia con información de las encuestas.



¿Cuánta utilidad ve a la creación de una aplicación de mando y control para las pequeñas unidades?

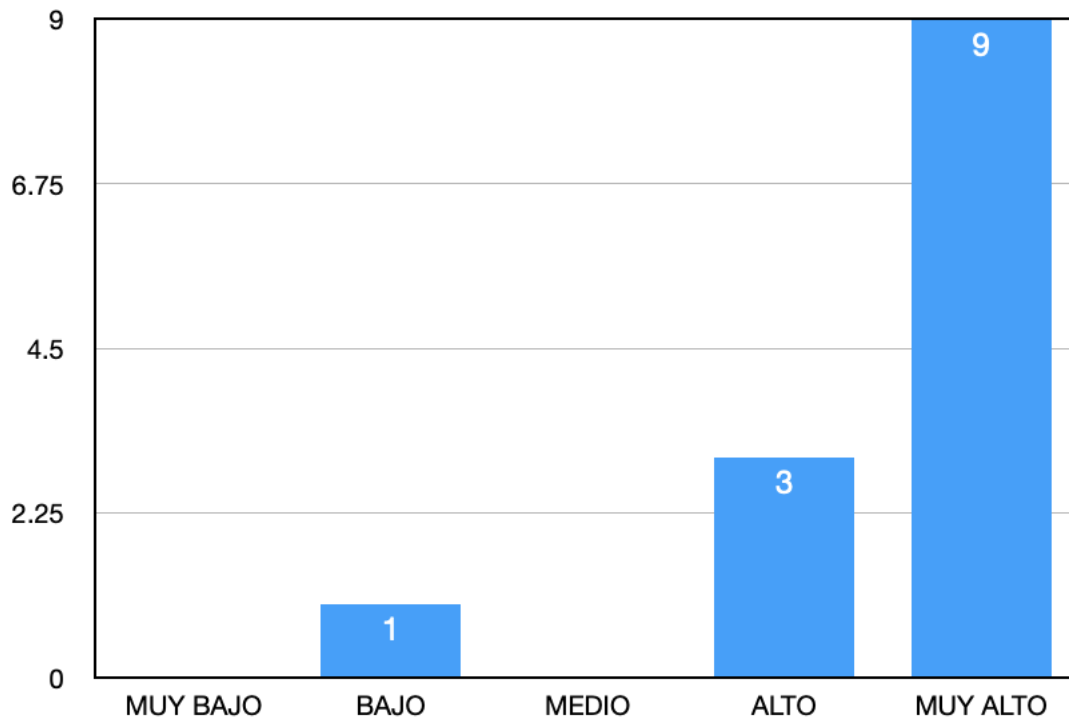


Ilustración 22 – Diagrama de barras: valoración de la utilidad de una aplicación de mando y control para las pequeñas unidades. Fte.: elaboración propia con información de las encuestas.

Para la utilización de la aplicación, ¿considera que se debe de utilizar desde un smartphone del ET o se desde un smartphone personal?

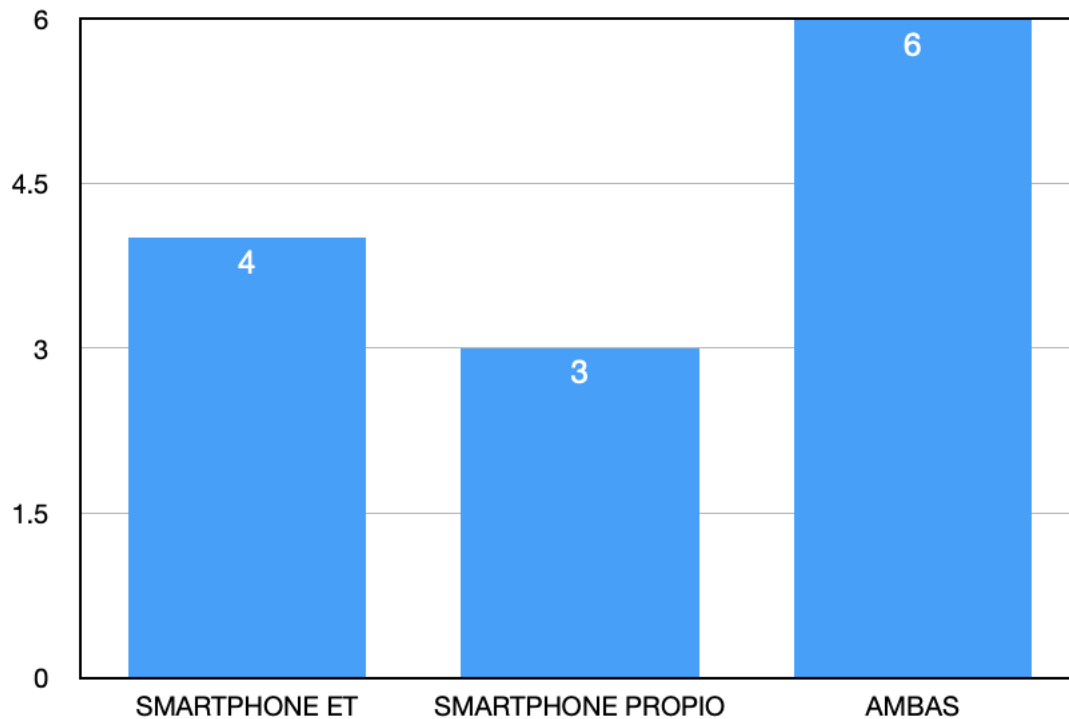


Ilustración 23 – Diagrama de barras: valoración de los medios Smartphone para utilizar la aplicación de mando y control. Fte.: elaboración propia con información de las encuestas.



¿El BMS está desactualizado?

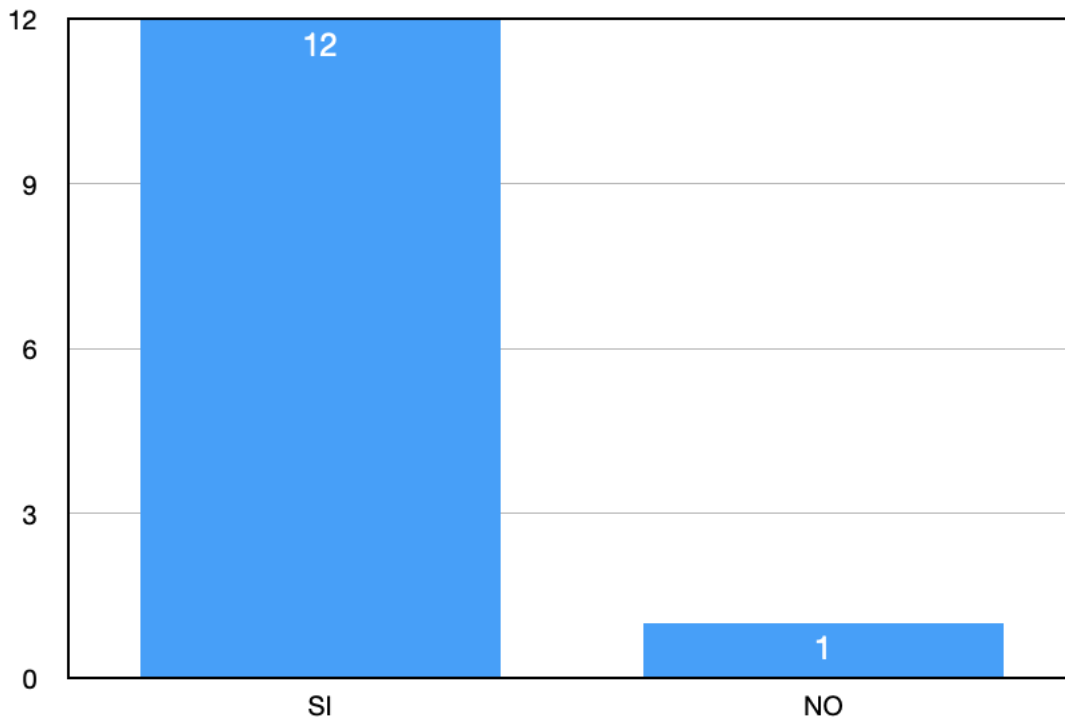


Ilustración 24 – Diagrama de barras: valoración de la actualidad del BMS. Fte.: elaboración propia con información de las encuestas.

¿Cuál es el nivel de instrucción de sus subordinados en el uso de medios de mando y control diferentes al BMS?

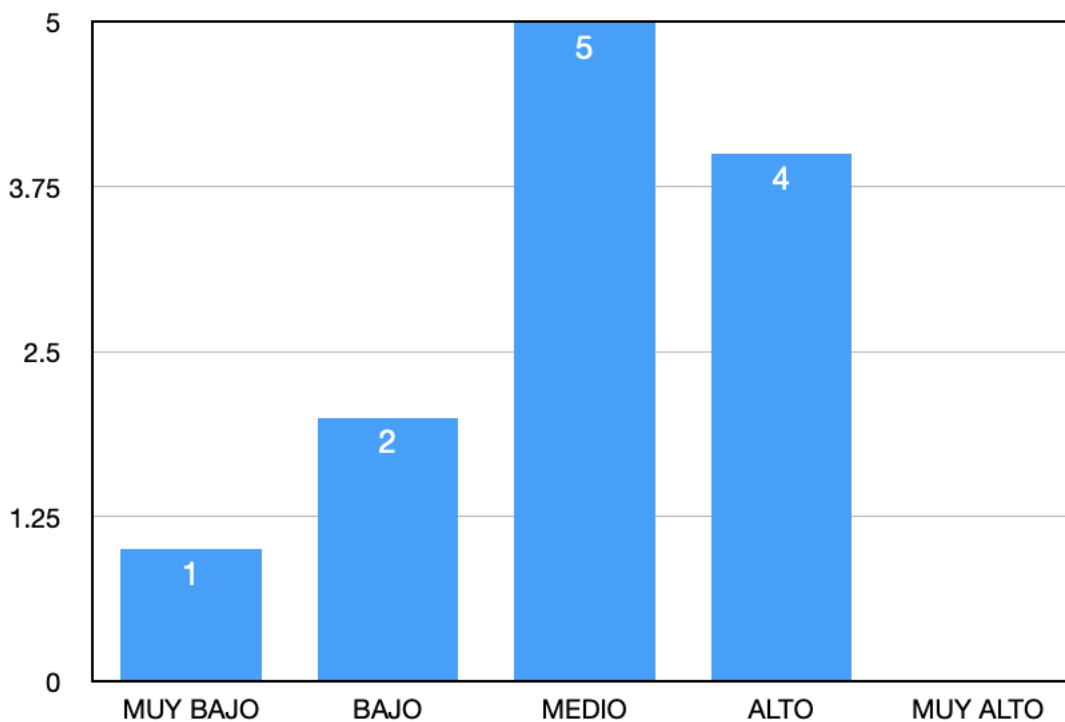


Ilustración 25 – Diagrama de barras: nivel de instrucción de los subordinados en el empleo de medios de mando y control. Fte.: elaboración propia con información de las encuestas.



¿Cuál es su nivel de instrucción el uso de los medios de mando y control diferentes al BMS?

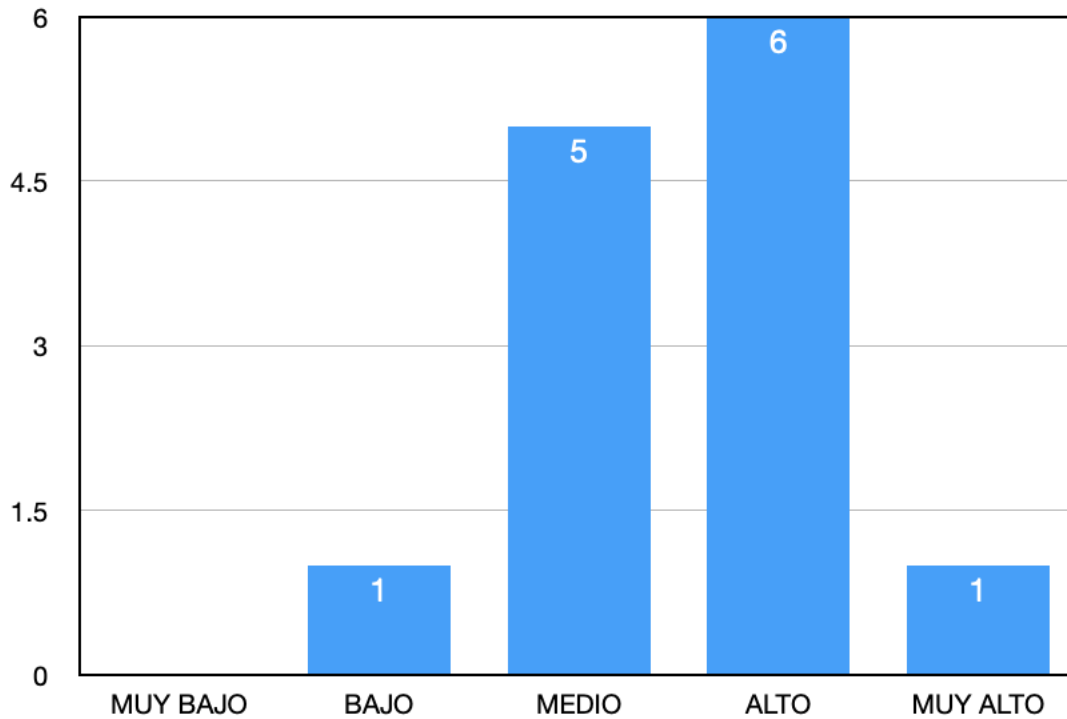


Ilustración 26 – Diagrama de barras: valoración del nivel de instrucción de los cuadros de mando en el empleo de medios de mando y control. Fte.: elaboración propia con información de las encuestas.

¿Cuál es su nivel de instrucción en la utilización del BMS?

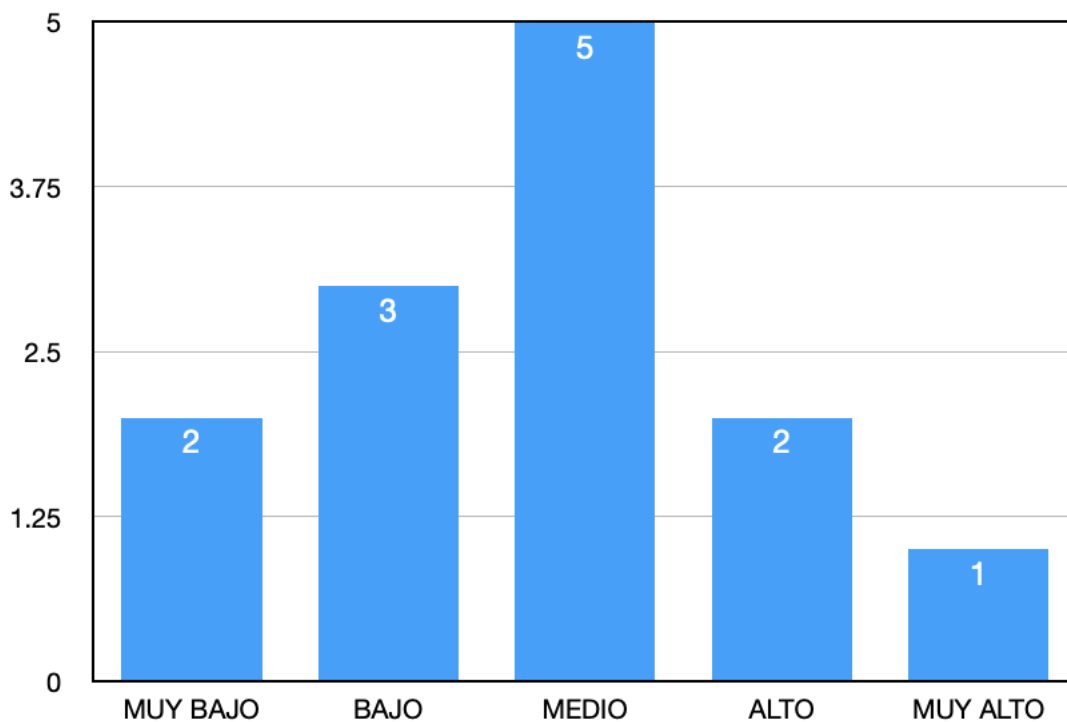


Ilustración 27 – Diagrama de barras: valoración de los cuadros de mando en el empleo del BMS.

Fte.: elaboración propia con información de las encuestas.

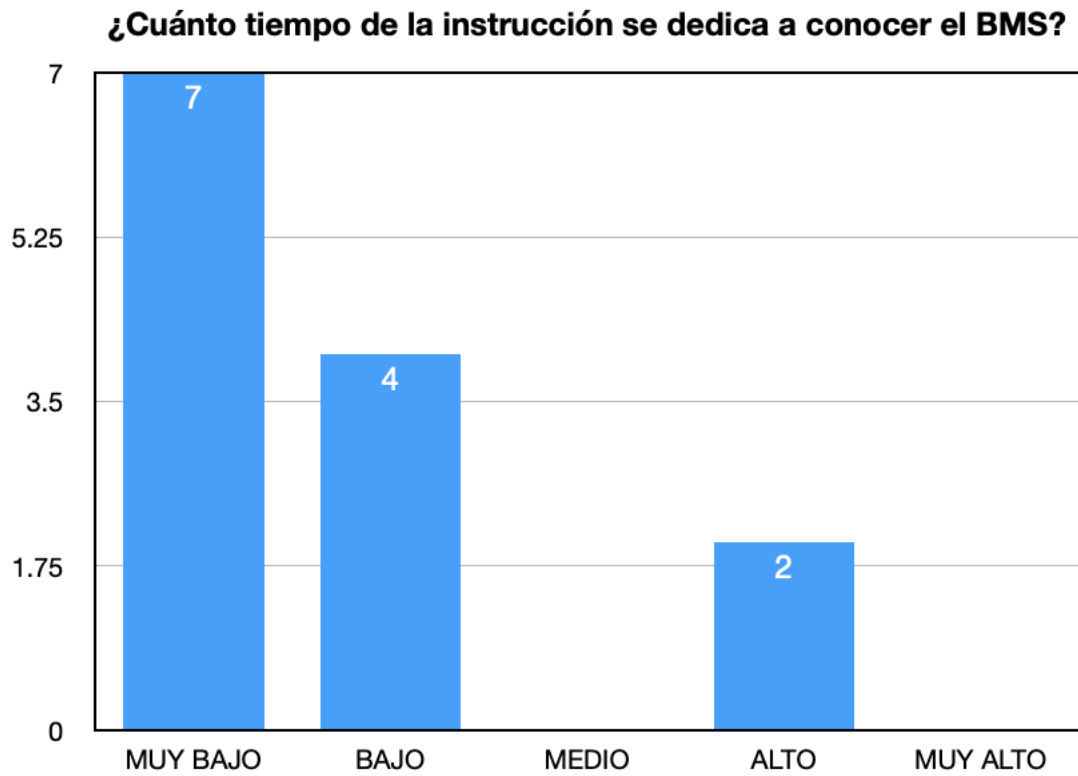


Ilustración 28 – Diagrama de barras: valoración del tiempo de la instrucción dedicado a conocer el BMS. Fte.: elaboración propia con información de las encuestas.

NOTA: La información obtenida de los análisis del radar chart y los diagramas de barras de este Anexo III está disponible en el Apartado 4.1.



ANEXO IV. PREGUNTAS ENTREVISTA

1. ¿Cree que el BMS está enfocado para jefes de unidad tipo compañía y superior? ¿Por qué?
2. En los temas tácticos que la Compañía de Mando y Apoyo realiza, ¿qué deficiencias observa en los medios de mando y control utilizados?
3. ¿Considera que el Ejército de Tierra debería de implementar una aplicación de mando y control para los jefes de las pequeñas unidades? ¿Cuáles serían las características que esta aplicación debería de tener? (Tanto hardware como software)
4. ¿Cuáles son los medios de transmisiones con los que una compañía cuenta para llevar a cabo sus operaciones? (Indicar medios de transmisiones por cada cuadro de mando) ¿Estos medios de transmisiones son suficientes para poder transmitir datos? Además, ¿cree que los medios de transmisiones utilizados son lo suficientemente versátiles como para combinar operaciones en vehículos y operaciones a pie?
5. ¿Qué beneficios obtendríamos al disponer de medios de mando y control para pequeñas unidades?
6. Considera que los medios de mando y control deben de respetar las estructuras jerárquicas o la información que se transmite a través de los sistemas de mando y control deben de ponerse en disposición a la red. justifique su respuesta.



ANEXO V. VALORACIÓN DE LAS FUNCIONALIDADES

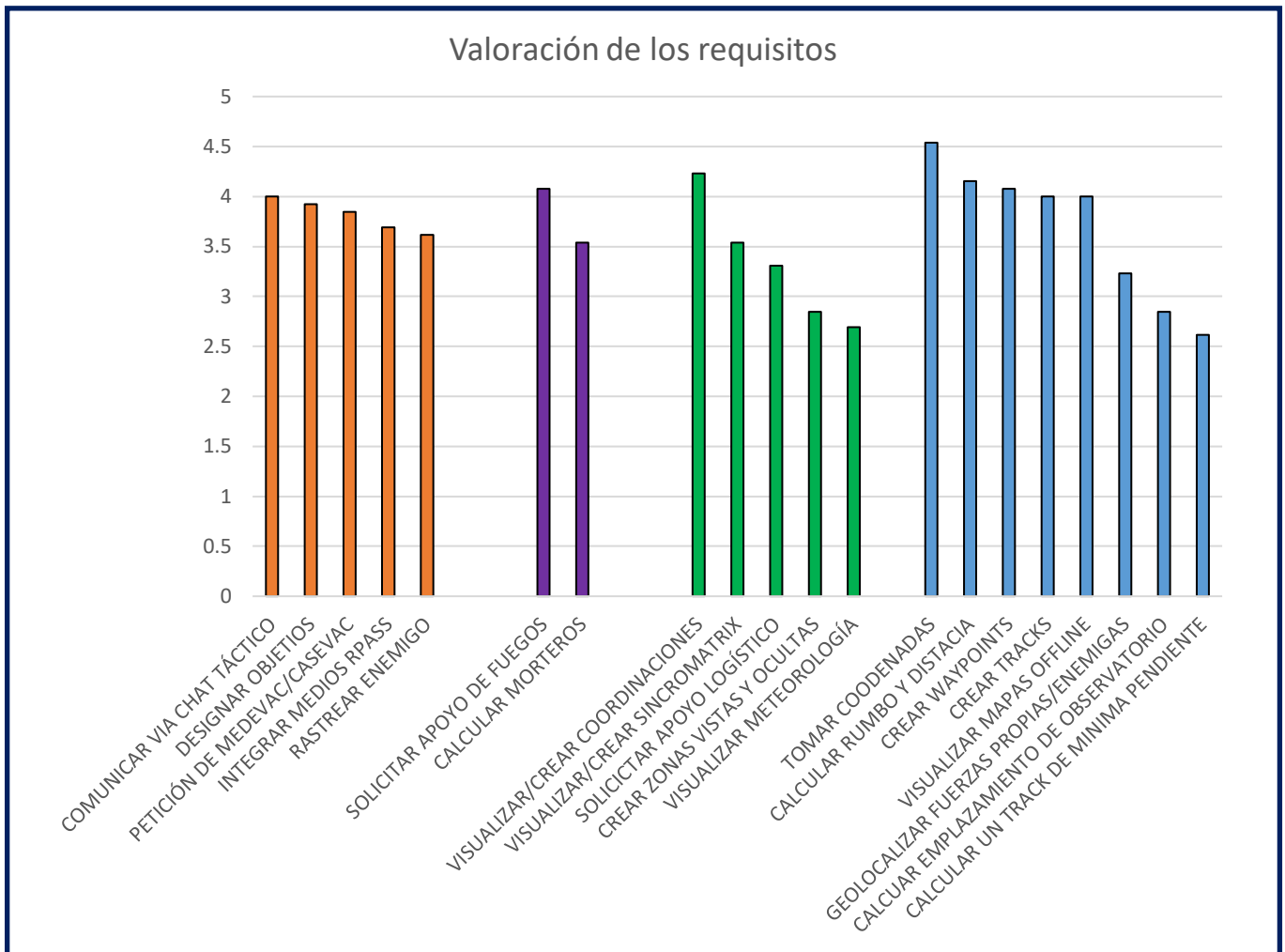


Ilustración 29 – Diagrama de barras: valoración de las funcionalidades. Fte.: elaboración propia con información de las encuestas.

Los datos recogidos en el diagrama de barras de la Ilustración 28 se han obtenido de las encuestas realizadas a los cuadros de mando del BIP “San Quintín”. En este gráfico de barras se recogen la puntuación recibida de cada una de las funcionalidades específicas de la aplicación. De izquierda a derecha se diferencian cuatro colores: naranja para las funcionalidades de conducción, morado para las funcionalidades de fuegos, verde para las funcionalidades de planeamiento y azul para las funcionalidades topografía. La funcionalidad general más valorada por el personal encuestado ha sido la funcionalidad de topografía, teniendo una puntuación media de 4,1 puntos sobre 5. La funcionalidad de conducción he tenido valoraciones medias similares a la de topografía, por lo que se puede afirmar que las funcionalidades que más se demandan están relacionadas con la conducción de las operaciones y los recursos topográficos necesarios para el planeamiento de operaciones.



ANEXO VI. DESARROLLO DE LAS FUNCIONALIDADES

En las ilustraciones que el presente Anexo VI contiene, se desarrollan cada una de las funcionalidades de la aplicación. En el Apartado 4.6, se desarrollan las cinco funcionalidades más valoradas por el personal encuestado.

FUNCIONALIDAD	CREAR SINCROMATRIX	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN y JEFE DE PELOTÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	1. Introducir datos sobre la unidad de la SINCROMATRIX. 4. Editar la matriz de sincronización.	2. Crear el formato de la SINCROMATRIX para la unidad introducida. 3. Mostrar las opciones de edición de la SINCROMATRIX. 5. Guardar la matriz de sincronización en la base de datos de planeamiento.

Tabla 9 – Funcionalidad: crear SINCROMATRIX. Fte.: elaboración propia.

FUNCIONALIDAD	VISUALIZAR COORDINACIONES	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN y JEFE DE PELOTÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	2. Seleccionar las coordinaciones que se quieren visualizar.	1. Mostrar lista de las coordinaciones guardadas del escalón superior en la base de datos de planeamiento. 3. Mostrar en pantalla la SINCROMATRIX seleccionada.

Tabla 10 – Funcionalidad: visualizar coordinaciones. Fte.: elaboración propia.

FUNCIONALIDAD	CREAR ZONAS Y VISTAS OCULTAS	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN y JEFE DE PELOTÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	1. Seleccionar en el mapa el punto origen para las zonas vistas y ocultas. 3. Introducir el radio de la circunferencia para calcular las zonas vistas y ocultas.	2. Guardar el punto seleccionado. 4. Utilizar mapa raster y modelo de elevación del terreno. 5. Calcular según el radio y punto de origen las zonas vistas y ocultas. 6. Mostrar por pantalla las zonas vistas en color verde y las ocultas en color rojo.

Tabla 11 – Funcionalidad: crear zonas vistas y ocultas. Fte.: elaboración propia.



FUNCIONALIDAD	VISUALIZAR METEOROLOGÍA	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN y JEFE DE PELOTÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	1. Introducir el día que se quiere consultar.	2. Búsqueda de los datos meteorológicos disponibles para el día seleccionado en la base de datos de planeamiento. 3. Mostrar por pantalla la información buscada.

Tabla 12 – Funcionalidad: visualizar meteorología. Fte.: elaboración propia.

FUNCIONALIDAD	SOLICITAR APOYO LOGÍSTICO	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	2. Seleccionar la logística que se demanda. 5. Visualizar y pedir vía radio o chat los apoyos logísticos.	1. Mostrar los apoyos logísticos disponibles en la base de datos de planeamiento. 3. Actualizar los apoyos logísticos que quedan disponibles en la base de datos de planeamiento. 4. Mostrar los apoyos logísticos seleccionados.

Tabla 13 – Funcionalidad: solicitar apoyo logístico. Fte.: elaboración propia.

FUNCIONALIDAD	VISUALIZAR SINCROMATRIX	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN y JEFE DE PELOTÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	2. Seleccionar la SINCROMATRIX que se quiere visualizar.	1. Mostrar lista de las SINCROMATRIX guardadas e la base de datos de planeamiento. 3. Mostrar en pantalla la SINCROMATRIX seleccionada.

Tabla 14 – Funcionalidad: visualizar SINCROMATRIX. Fte.: elaboración propia.



FUNCIONALIDAD	CREAR COORDINACIONES	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN y JEFE DE PELOTÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	1. Abrir sistema editor de archivos. 3. "Pintar" en el mapa las coordinaciones.	2. Mostrar las herramientas para editar y crear nuevos archivos. 4. Mostrar en el mapa las nuevas coordinaciones. 5. Guardar coordinaciones en base de datos de planeamiento.

Tabla 15 – Funcionalidad: crear coordinaciones. Fte.: elaboración propia.

FUNCIONALIDAD	TOMAR COORDENADAS	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN y JEFE DE PELOTÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	2. Seleccionar en el mapa la ubicación de la que se quieren conocer las coordenadas.	1. Mostrar mapa. 3. Calcular las coordenadas de la ubicación. 4. Mostrar en el mapa las coordenadas.

Tabla 16 – Funcionalidad: tomar coordenadas. Fte.: elaboración propia.

FUNCIONALIDAD	CREAR TRACK	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN y JEFE DE PELOTÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	2. Marcar en el mapa el track que se quiere guardar. 4. Asignar descripción y color identificativo al track con el sistema editor de archivos.	1. Mostrar mapa. 3. Calcular las de los diferentes puntos del track 5. Mostrar en el mapa el track 6. Guardar track en la base de datos de topografía.

Tabla 17 – Funcionalidad: crear track. Fte.: elaboración propia.



FUNCIONALIDAD	CREAR WAYPOINT	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN y JEFE DE PELOTÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	2. Seleccionar en el mapa la ubicación que se quiere guardar. 4. Asignar descripción e icono identificativo a la ubicación con el sistema editor de archivos.	1. Mostrar mapa. 3. Calcular las coordenadas de la ubicación. 5. Mostrar en el mapa el icono. 6. Guardar waypoint en la base de datos de topografía.

Tabla 18 – Funcionalidad: crear waypoint. Fte.: elaboración propia.

FUNCIONALIDAD	CALCULAR RUMBO Y DISTANCIA	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN y JEFE DE PELOTÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	2. Seleccionar rumbo y o distancia. 3. Marca en el plano punto de origen y punto destino respecto los que se quiere conocer el rumbo y/o distancia.	1. Mostar mapa y desplegable para seleccionar rumbo y/o distancia. 4. Calcular Rumbo y/o distancia. 5. Mostrar en pantalla rumbo y/o distancia.

Tabla 19 – Funcionalidad: calcular rumbo y distancia. Fte.: elaboración propia.

FUNCIONALIDAD	VISUALIZAR MAPAS OFFLINE	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN y JEFE DE PELOTÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	2. Seleccionar el mapa que se quiere mostrar.	1. Mostrar la lista de los mapas guardados en la base de datos de topografía. 3. Mostrar en pantalla el mapa seleccionado.

Tabla 20 – Funcionalidad: visualizar mapas offline. Fte.: elaboración propia.



FUNCIONALIDAD	GEOLOCALIZAR FUERZAS	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN y JEFE DE PELOTÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	1. Activar la ubicación GPS del dispositivo.	2. Calcular la posición GPS del usuario. 3. Actualizar cada 30" la posición GPS del usuario. 4. Mostrar por pantalla la ubicación de todos los usuarios que están dentro de la malla.

Tabla 21 – Funcionalidad: geolocalizar fuerzas. Fte.: elaboración propia.

FUNCIONALIDAD	COMUNICAR VÍA CHAT	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN y JEFE DE PELOTÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	1. Escribir un mensaje. 3. Seleccionar el usuario destino al que se quiere enviar el mensaje.	2. Mostrar los usuarios que están dentro de la malla. 4. Enviar el mensaje.

Tabla 22 – Funcionalidad: comunicar vía chat. Fte.: elaboración propia.

FUNCIONALIDAD	VISUALIZAR RPAS	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	1. Seleccionar el código asociado al RPAS que se quiere conectar. 5. Visualizar las imágenes del RPAS. 6. Capturar video o imagen deseado.	2. Conectar el usuario con el RPAS mediante el sistema de vinculación. 3. Enviar imagen en tiempo real de lo que el RPAS está observando. 4. Reproducir video mediante el sistema de reproductor externo.

Tabla 23 – Funcionalidad: visualizar RPAS. Fte.: elaboración propia.



FUNCIONALIDAD	RASTREAR ENEMIGO	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar el mapa la ubicación del enemigo. 2. Aportar una dirección y orientación de avance supuesta. 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Calcular las coordenadas GPS del enemigo mediante el sistema de ubicación GPS del móvil. 4. Mostrar mapa y señalar con un icono identificativo la localización del enemigo. 5. Actualizar la ubicación del enemigo según orientación y dirección de avance.

Tabla 24 – Funcionalidad: rastrear enemigo. Fte.: elaboración propia.

FUNCIONALIDAD	PEDIR MEDEVAC/CASEVAC	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Escribir formato normalizado de MEDEVAC/CASEVAC. 3. Visualizar el mensaje de MEDEVAC/CASEVAC y comunicarlo vía radio o vía chat. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Mostrar en pantalla el formato normalizado para poder redactar vía radio la petición de MEDEVAC/CASEVAC.

Tabla 25 – Funcionalidad: pedir MEDEVAC/CASEVAC. Fte.: elaboración propia.

FUNCIONALIDAD	DESIGNAR OBJETIVOS	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN y JEFE DE PELOTÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Localizar el objetivo. 3. Seleccionar en el mapa la localización del objetivo y asignarle un icono. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Mostrar en el mapa y desplegable de iconos. 4. Calcular y mostrar las coordenadas del objetivo mediante al sistema de ubicación GPS.

Tabla 26 – Funcionalidad: designar objetivos. Fte.: elaboración propia.



FUNCIONALIDAD	SOLICITAR APOYO DE FUEGOS	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	2. Seleccionar las acciones de fugo que se quieren realizar. 5. Visualizar y pedir vía radio o chat las acciones de fuego.	1. Mostrar las acciones de fuego disponibles. 3. Actualizar las acciones de fuego que quedan disponibles. 4. Elaborar y mostrar mensaje normalizado para las acciones de fuego seleccionadas.

Tabla 27 – Funcionalidad: solicitar apoyo de fuegos. Fte.: elaboración propia.

FUNCIONALIDAD	LOCALIZAR OBSERVATORIO	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN y JEFE DE PELOTÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	1. Introducir la ubicación de la zona sobre la cual se quiere tener visual. 4. Introducir altura máxima del emplazamiento.	2. Tomar las coordenadas del are que se quiere visualizar. 3. Realizar los cálculos de las zonas vistas y ocultas necesarios. 5. Calcular ubicación del observatorio.

Tabla 28 – Funcionalidad: localizar observatorio. Fte.: elaboración propia.

FUNCIONALIDAD	CALCULAR DATOS TIRO	
ACTOR	JEFE DE PELOTÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	1. Registrar asentamiento, objetivo, numero de piezas y datos meteorológicos. 2. Introducir sobre que objetivo y la cantidad de piezas con las que se quiere hacer fuego.	3. Realizar los cálculos de los datos de tiro mediante la CALMOR. 4. Mostrar por pantalla los datos de tiro calculados. 5. Guardar en la base de datos de mortero los datos de tiro calculados.

Tabla 29 – Funcionalidad: calcular datos tiro. Fte.: elaboración propia.



FUNCIONALIDAD	INICIAR SESIÓN	
ACTOR	JEFE DE COMPAÑÍA / SECCIÓN y JEFE DE PELOTÓN	
DESCRIPCIÓN	ACTOR	SISTEMA
	2. Introducir usuario y contraseña según el puesto táctico de actor/usuario.	1. Mostrar en pantalla la petición de usuario y contraseña. 3. Verificar usuario y contraseña en la base de datos de inicio de sesión. 4. Iniciar sesión en el usuario y mostrar sus funcionalidades disponibles en el menú principal.

Tabla 30 – Funcionalidad: iniciar sesión. Fte.: elaboración propia.

