



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Implantación del BMS en la plataforma VRCC *Centauro*

Autor

C.A.C. Carlos Santiago González Yagüe

Director/es

Director académico: Dr. D. José Juan Castelló Pastor

Director militar: Cap. D. Jaime Baylos González

Centro Universitario de la Defensa — Academia General Militar

2017

[Página intencionadamente en blanco]

Implantación del BMS en la plataforma VRCC *Centauro*

Resumen

Los conflictos armados del siglo XXI demandan nuevos sistemas de Mando, Control y Comunicaciones de última tecnología, capaces de integrar en una misma red toda la información relativa a maniobra, logística e inteligencia. A este respecto, las pequeñas unidades de Caballería deben adaptar sus vehículos para la instalación del *Battlefield Management System (BMS)*, que se configurará como el sistema de Mando y Control universal de nivel grupo táctico. Sin embargo, el proceso de instalación e implantación del BMS en el Vehículo de Combate y Reconocimiento de Caballería (VRCC) *Centauro* resulta más complicado de lo que pueda parecer a simple vista. Por un lado, la complejidad del sistema unida a su integración con las telecomunicaciones demanda personal experto que garantice su funcionamiento. Por otro lado, la instalación requiere una inversión económica en equipos hardware acorde con los requisitos tácticos y técnicos del proyecto, así como la creación de un equipo de trabajo que garantice la Calidad en todo el proceso.

Abstract

The armed conflicts of the 21th century demand new systems of Command, Control and Communications of the latest technology, able to integrate in a single network, all the information related to maneuver, logistics, and intelligence. In this regard, the small Cavalry units must adapt their vehicles for the installation of the *Battlefield Management System (BMS)*, which will be configured as the Command and Control system of the task forces. However, the process of installation and implementation of the BMS in the anti-tank vehicle *Centauro* is more difficult than it appears. On the one hand, the complexity of the system coupled with its integration with telecommunications demand expert staff to ensure its operation. On the other hand, installation on the computer requires a financial investment in hardware in accordance with the tactical and technical requirements of the project, as well as the generation of a work team that ensures the Quality in process.

[Página intencionadamente en blanco]

AGRADECIMIENTOS

Al Escuadrón Acorazado 3/II/11, a todos sus jinetes, por las experiencias vividas en la Unidad, y en especial a su Jefe, el Capitán D. Jaime Baylos González, por la confianza depositada en mí durante las Prácticas. Al Grupo de Caballería Ligero Acorazado "Numancia" II/11, ya que sin su apoyo, no habría sido posible realizar este proyecto. Al Dr. D. José Juan Castelló Pastor, por su trabajo como tutor académico. A los Cuadros de Mando del Cuartel General de la División "San Marcial", por facilitarme la obtención de información, especialmente, al Teniente Coronel D. Luis Alberto González Mayoral, por su constancia en el seguimiento del proyecto.

ÍNDICE

Resumen	I
ÍNDICE	IV
Lista de Tablas y Figuras	VI
Lista de Siglas y Abreviaturas	VII
1. Introducción	1
1.1. <i>Antecedentes</i>	1
1.1.1. El Grupo de Caballería Ligero Acorazado	3
1.1.2. Sistemas de Información para Mando y Control	4
1.2. <i>Objetivos del Proyecto</i>	5
1.3. <i>Alcance del Proyecto</i>	6
1.4. <i>Metodología</i>	6
2. Estado del Arte	7
2.1. <i>Definición del concepto Mando y Control</i>	7
2.2. <i>Evolución doctrinal de la función de combate Mando</i>	7
2.3. <i>Estado del Arte de los Sistemas de Información para Mando y Control en el ET</i>	8
2.3.1. Componentes CIS del Combatiente del Futuro (COMFUT)	10
2.3.2. SIMACET V6.....	10
2.3.3. Battlefield Management System	11
2.3.4. Friendly Forces Tracking	11
3. Battlefield Management System	13
3.1. <i>Descripción funcional</i>	13
3.2. <i>Arquitectura de red de Mando y Control del Grupo Táctico</i>	16
4. Proceso de Implantación del BMS en el VRCC Centauro	19
4.1. <i>Punto de situación</i>	19
4.1.1. Encuesta.....	19
4.1.2. Entrevistas.....	21
4.1.3. Observación directa	23

4.2. Análisis DAFO.....	24
4.3. Despliegue Funcional de la Calidad.....	25
4.4. Análisis de mejoras en el proceso de instalación	27
5. Conclusiones.....	28
Bibliografía.....	29
ANEXOS.....	30
Anexo A. Descripción del VRCC Centauro	31
Anexo B. Descripción del PCBON.....	33
Anexo C. Encuesta.....	34
Anexo D. Resultados de las encuestas.....	36
Anexo E. Estudio Estadístico.....	40
Anexo F. Entrevista	47
Anexo G. Despliegue Funcional de la Calidad	48

Lista de Tablas y Figuras

Figura 1. Estructura orgánica del GCLAC B.....	4
Figura 2. Esquema de la integración del BMS con otros C2IS.....	16
Figura 3. Enlaces de la red de mando del BMS en un GCLAC.	17
Figura 4. Resultados de la observación directa.	23
Figura 5. Análisis DAFO.	24

Lista de Siglas y Abreviaturas

TFG: Trabajo de Fin de Grado

BMS: *Battlefield Management System*

VRCC: Vehículo de Reconocimiento y Combate de Caballería

ET: Ejército de Tierra

C2IS: Sistema de Información para Mando y Control / Sistemas de Mando y Control

C3IS: Sistemas de Información y Comunicaciones para Mando y Control

v.gr.: del latín, *verbi gratia*

OTAN: Organización del Tratado del Atlántico Norte

PC: Puesto de Mando

FFT: *Friendly Forces Tracking*

SIMACET: Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra

COMFUT: Combatiente del Futuro

VEC: Vehículo de Exploración de Caballería

VERT: Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre

CC: Carro de Combate

VCI/C: Vehículo de Combate de Infantería/Caballería

GCLAC: Grupo de Caballería Ligero Acorazado

GT: Grupo Táctico

AGT: Agrupación Táctica

ELAC: Escuadrón Ligero Acorazado

EAC: Escuadrón Acorazado

EPLMS: Escuadrón de Plana Mayor y Servicios

PLMM: Plana Mayor de Mando

PU: Pequeña Unidad

GU: Gran Unidad

CIS: Sistema de Información y Comunicaciones

FRAGO: Orden Fragmentaria

RRC: Red Radio de Combate

RBA: Red Básica de Área

RC: Regimiento de Caballería

LAN: Red de Área Local

DAFO: Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades

NCW: Guerra Centrada en Redes

C4: Mando, Control, Comunicaciones y Computación

QFD: Despliegue Funcional de la Calidad

RPAS: *Remote Platform Aircraft System* (Aeronave No Tripulada)

ISR: Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento

JEMAD: Jefe del Estado Mayor de la Defensa

JEME: Jefe del Estado Mayor del Ejército

TDL: *Tactical Data Link*

NBQR: Nuclear, Biológico, Químico y Radiológico

CENAD: Centro de Adiestramiento

MOUT: *Modern Operations in Urban Terrain*

COP: *Common Operational Picture*

GPS: *Global Position System*

SIG: Sistema de Información Geográfica

BCID: *Battle Combat Identification*

GESCOM: Gestor de Comunicaciones

1. Introducción

El presente trabajo, bajo el título “Implantación del BMS¹ en la plataforma VRCC² Centauro”, presenta los resultados alcanzados durante las Prácticas Externas en el Regimiento de Caballería “España” nº 11, entre el periodo comprendido del 4 de septiembre al 20 de octubre del presente año.

1.1. Antecedentes

Seguidamente, se exponen las razones por las que se realiza el proyecto de implantación del BMS en los VRCC Centauro. Adicionalmente, se aborda el contexto operativo en el que se desarrolla el proyecto, vinculando las necesidades operativas de las unidades de Caballería con las capacidades ofrecidas por el Sistema de Mando, Control y Comunicaciones (C3IS) *Battlefield Management System*. Para la elaboración de este apartado se han consultado distintos manuales y publicaciones doctrinales, entre otros: *Empleo de la Fuerza Terrestre* (PD1-001), *Empleo de las Pequeñas Unidades de Caballería: los Grupos* (PD4-2) y *Escuadrón Acorazado* (OR4-212).

En primera instancia, los conflictos armados de la primera década del siglo XXI han dado paso a un escenario de amenaza híbrida, que combina el conflicto convencional con la confrontación de carácter asimétrico. En este sentido, las actuales misiones de las unidades del Ejército de Tierra (ET) varían, desde las misiones de combate hasta las operaciones de mantenimiento de la paz [1].

En este sentido, el espacio de batalla actual añade la dimensión de la información y del ciberespacio. De manera cada vez más significativa, la información —conforme aumenta la digitalización del campo de batalla— demanda que los Sistemas de Mando y Control (C2IS) acorten los ciclos de decisión, posibiliten la integración de los sensores y aumenten la capacidad de respuesta de los sistemas de armas [2].

Teniendo en cuenta el actual marco de actuación de las fuerzas terrestres, a continuación se definen las misiones concretas de la especialidad fundamental de Caballería, con el objetivo de extraer las nuevas necesidades tácticas que justifican la implantación del BMS.

Según la doctrina militar, la Caballería es —por excelencia— el Arma del reconocimiento, de la seguridad y del contacto [1]. Así pues, las misiones de reconocimiento son acciones tácticas encaminadas a satisfacer las necesidades de información del mando [3]. Según el objetivo, el reconocimiento puede ser: de un punto concreto, de un itinerario o de una zona [4]. En este tipo de misiones se estudiarán diversos elementos, como v. gr. el terreno, la vialidad de las vías de comunicación, los indicios de presencia enemiga, los núcleos urbanos, entre otros.

¹ Acrónimo utilizado en inglés: *Battlefield Management System*.

² Vehículo de Reconocimiento y Combate de Caballería. Ver Anexo A.

En relación con las misiones de seguridad, su objetivo es proporcionar libertad de acción. Además, con estas misiones se conserva la capacidad de combate de las fuerzas propias, se evita ser sorprendido y se impide la obtención de información por parte del enemigo. Su finalidad última es, en este sentido, dar protección a las fuerzas propias. Y, por último, las misiones de contacto implican la búsqueda y el mantenimiento del combate con el enemigo, con el fin de desgastarlo o destruirlo [3].

La forma de actuación de la Caballería, con sus medios y procedimientos actuales, precisa de un C2IS acorde con el desarrollo de la técnica y de las nuevas necesidades existentes. Según se recoge en la PD4-2:

Las características propias de este Arma proporcionan rapidez de maniobra y amplitud en su radio de acción, en la medida que generalmente, la Caballería actúa destacada a grandes distancias del despliegue propio. La maniobra de la Caballería implica la necesidad de conocer, en todo momento, la localización de las unidades propias y colaterales [3].

Con carácter previo, téngase en cuenta que las unidades de Caballería han de tener garantizado la comunicación entre el mando y los subordinados, antes de entrar en combate. Por ello, el establecimiento de una red de Mando y Control basada en el BMS agilizaría el enlace, gracias al envío de mensajes y alertas. Además, permitiría, en todo momento, conocer la localización exacta del despliegue propio y ahorrar tiempo en la solicitud de información por radio.

Por su parte, las misiones de reconocimiento implican la obtención de información y su difusión al escalón superior en el menor tiempo posible. Tradicionalmente, esta tarea se realizaba con partes estandarizados o por informes post-misión. También eran frecuentes las fotografías o croquis en apoyo de los mencionados informes. La puesta en marcha de la red de Mando y Control —basada en BMS— proporcionaría, a mi parecer, la capacidad de envío de archivos, fotografías, imágenes y vídeos en tiempo real.

A este respecto, es importante señalar que las unidades de Caballería deben estar preparadas para actuar en un entorno hostil, en cualquier clima y en cualquier terreno, por desfavorable que este sea. Ello implica operar en condiciones meteorológicas adversas, donde la visibilidad se ve gravemente reducida o en amplios despliegues, sin contacto visual con el vehículo contiguo. Por ello, si se dispusiera del BMS, se facilitaría la navegación en condiciones extremas.

Por último, debido a la idiosincrasia del combate de la Caballería, el flujo de información ha de ser constante y seguro, ya que las unidades de Caballería suelen ser las primeras en tener contacto con el enemigo. Un sistema como el BMS apoya, no sólo en tareas de comunicación, si no que añade también nuevas posibilidades, como la transmisión de órdenes fragmentarias (FRAGO), el control logístico y el apoyo al planeamiento.

Dejando de lado las razones tácticas, hay que tener en cuenta otras circunstancias que justifican la adopción del BMS en las unidades de Caballería. Una circunstancia elemental es la

rapidez con la que evolucionan las tecnologías de la información y las telecomunicaciones, que obliga a los ejércitos del mundo a desarrollar C2IS modernos y actualizados.

En los últimos años, cabe señalar la progresiva implementación de C2IS en el ET —como el *Friendly Forces Tracking* o el BMS-LINCE— que dan soporte al mando con capacidades de seguimiento de fuerzas propias, transmisión de alertas o navegación. Sin embargo, hasta la puesta en marcha del Programa BMS³, el Ejército de Tierra carecía de un C2IS de Pequeña Unidad⁴ (PU) universal. Gracias a este Programa, el BMS está operativo en muchas unidades, habiéndose implantado con éxito en numerosas plataformas vehiculares como el CC *Leopardo* 2E y el VCI/C *Pizarro*. No obstante, y pese a la consolidación del Programa, el BMS no se ha instalado todavía en los VRCC *Centauro*.

Dada la importancia que tiene dotar a las unidades de Caballería de una tecnología que garantice la supremacía militar en cualquier escenario, resulta preciso implementar el BMS en todos los vehículos, en especial en el VEC M-1 —Vehículo de Exploración de Caballería— y en el VRCC *Centauro*, puesto que son los vehículos característicos de la Caballería española. La situación final deseada es conseguir que los grupos tácticos de Caballería estén preparados y adiestrados para albergar una red de Mando y Control basada en el BMS.

1.1.1. El Grupo de Caballería Ligero Acorazado

El grupo de Caballería es la unidad táctica fundamental configurada para desempeñar, en beneficio de la maniobra de una brigada o de la organización operativa que se determine, los cometidos tradicionales del Arma de Caballería, así como todos aquellos derivados de los nuevos requerimientos operativos que se le encomienden [3]. Actualmente, todos los grupos de Caballería —sobre vehículos de ruedas— han adoptado la denominación de Grupos de Caballería Ligero Acorazados (GCLAC).

Su estructura orgánica permite la preparación, instrucción, adiestramiento y constitución de una organización operativa de entidad Grupo Táctico⁵ (GT), debiendo ser reforzado generalmente con otros elementos —o unidades— necesarios para proporcionar las capacidades requeridas por el entorno operativo en el que deba ser empleado.

En líneas generales, el GCLAC está equipado fundamentalmente con vehículos blindados de exploración, reconocimiento y combate sobre ruedas y, en ocasiones, con carros de combate y vehículos mecanizados sobre cadenas.

³ Mediante el cual se pretende la implantación del BMS en todas las unidades del ET.

⁴ Se considera PU a las organizaciones operativas equivalentes o inferiores a regimiento.

⁵ Resulta preciso indicar la diferencia entre GCLAC y GT. Un GT es una estructura operativa temporal sobre la base de un GCLAC. A efectos prácticos, cuando se hable de GCLAC se referirá a una unidad física permanente, mientras que cuando se hable de GT se referirá a un GCLAC reforzado con diversos apoyos (zapadores, artillería...) en el desempeño de una misión concreta.

La estructura orgánica del GCLAC está compuesta por el Mando y su Plana Mayor (PLMM), el Escuadrón de Plana Mayor y Servicios y un número variable de escuadrones de combate. El número y tipo de escuadrones de combate del GCLAC depende de su encuadramiento. En el caso de los GCLAC del Regimiento “España” nº11⁶, están compuestos por dos Escuadrones Ligero Acorazados (ELAC)⁷ y un Escuadrón Acorazado (EAC) [5].

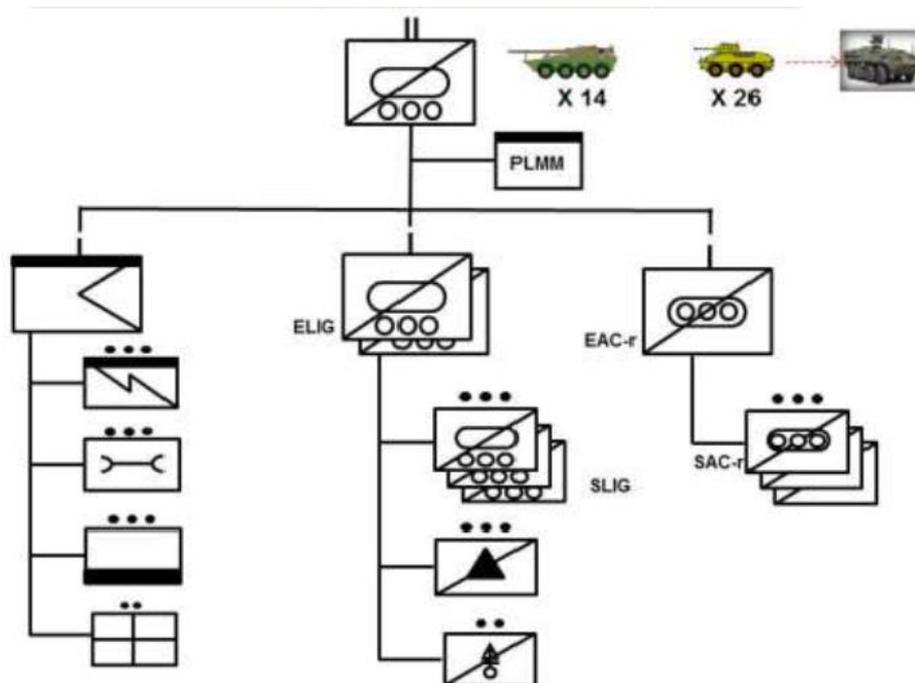


Figura 1. Estructura orgánica del GCLAC B⁸

Llegados a este punto, es preciso enfatizar que el autor desempeñó las Prácticas Externas en el EAC 3/II/11, perteneciente al GCLAC II/11 “Numancia”. Por ello, durante las mismas, se ha podido familiarizar con el empleo del BMS y con el VRCC *Centauro*, realizando el estudio y análisis pertinente.

1.1.2. Sistemas de Información para Mando y Control

Debido a la continua evolución que, desde la década de los noventa, se ha producido en el desarrollo de las tecnologías de las telecomunicaciones y de la información, es necesario explicar determinada terminología para contextualizar al lector. En este sentido, se abordan con carácter previo, ciertos conceptos que sirven de marco para el diseño y desarrollo del BMS.

⁶ Los GCLAC del Regimiento “España” reciben la denominación de GCLAC B.

⁷ Los ELAC emplean los VEC M-1 y los VERT —Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre— mientras que los EAC utilizan los VRCC *Centauro*, en exclusiva.

⁸ Fuente: [5]

Un sistema de información es el conjunto de equipos, métodos, procedimientos y personal, organizado de tal forma que permita la obtención, tratamiento, presentación y almacenamiento de la información [6]. De esta definición, derivan los Sistemas de Información para Mando y Control (o simplemente C2IS).

Los C2IS tienen la finalidad de proporcionar una visión común del espacio de batalla, así como facilitar el planeamiento compartido, a través del intercambio de información entre los distintos niveles de la cadena de mando. Su diseño tiene que ser capaz de integrar en un mismo sistema todas las funciones a explotar —logística, maniobra, inteligencia—. En última instancia, la integración de las funcionalidades en un sistema único permite, no sólo el planeamiento, sino también la conducción de las operaciones, integrándose incluso, con otros C2IS pertenecientes al Ejército del Aire y la Armada, así como de otros países aliados.

Otra característica fundamental de los C2IS es la modularidad. El diseño en módulos permite responder a las necesidades de las organizaciones operativas que se configuren para cada misión u operación, así como poder integrar nuevas funcionalidades mediante futuras actualizaciones del sistema. Por otro lado, el entorno cambiante, la variabilidad de los teatros de operaciones y de la situación hacen imperativo que la configuración de estos sistemas sea flexible.

En última instancia, los C2IS deben permitir la integración de todas las células que forman los Puestos de Mando (PC) con los diferentes niveles de mando de las fuerzas actuantes —hasta llegar incluso a nivel de combatiente individual— y los diferentes sensores (radares, RPAS...). El sistema consigue la integración de todos los nodos⁹ adoptando una arquitectura de Red de Área Local (LAN) entre los nodos que sirven a un mismo PC y, mediante soportes de transmisión, con otros nodos a distancia. Dependiendo de su complejidad, los nodos se clasifican en permanentes, desplegables, vehiculares —los más relevantes para el TFG— y portátiles.

Comúnmente, dentro de los C2IS encontramos funcionalidades de muy diverso tipo, entre las que destacan aplicaciones ofimáticas, servicio de mensajería y subsistemas de navegación. Generalmente, a cada funcionalidad le corresponde un subsistema que gestiona y configura la parte del software dedicado a esa función en concreto. Una vez justificado el proyecto, se abordan los objetivos del mismo, a continuación.

1.2. Objetivos del Proyecto

El presente trabajo tiene como objetivo una propuesta de mejora de las capacidades de Mando y Control en el VRCC *Centauro*, mediante la implantación del BMS en el vehículo. Para ello, se analiza el Estado del Arte sobre las nuevas doctrinas y teorías que versan sobre el Mando y Control operacional. Además, se incluyen todos los C2IS en proceso de desarrollo vinculados a la especialidad fundamental de Caballería, para relacionar la importancia del BMS con otros sistemas en desarrollo.

⁹ Se denomina nodo a cada terminal de la red.

Tras este análisis, se expone una descripción del BMS y se recurre a un Panel de Expertos para identificar los errores y los problemas en la implantación. Posteriormente, se relaciona el proceso de implantación en el VRCC *Centauro* con otros procesos de implantación finalizados. Seguidamente, se identifican los puntos débiles y fuertes del proyecto, debidamente explicadas en un posterior análisis DAFO —Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Debilidades—. Por último, en sede de conclusiones, se realiza una propuesta de mejora para su instalación en la plataforma.

1.3. Alcance del Proyecto

La finalidad del presente estudio es la corrección del proceso de implantación del BMS en el VRCC *Centauro*, por medio de la identificación de los actuales problemas de instalación y el análisis de su mejora. El alcance del proyecto se limita al estudio del BMS como sistema de Mando y Control de GT, describiendo someramente su vinculación con otros C2IS y explicando la utilidad del mismo dentro de las unidades de Caballería —concretamente para los VRCC *Centauro*—. Con este trabajo, se apuntan las posibles debilidades y fortalezas del proyecto, comparando este proceso de implantación con otros finalizados. Así, se analiza esta actual instalación para describir —en última instancia— una propuesta, en forma de posibles mejoras.

1.4. Metodología

En el presente trabajo, se ha revisado numerosa documentación de carácter técnico, teórico y doctrinal para realizar las diferentes aclaraciones, definiciones y descripciones relativas a las unidades de Caballería y a los C2IS, en concreto el BMS. Al respecto, se recurre al Estado del Arte de la doctrina del Mando y Control, así como de los actuales C2IS en proceso de desarrollo en el Ejército de Tierra, vinculados directamente con la Caballería.

En segundo lugar, se utiliza el método descriptivo, basando los estudios y los análisis en la observación directa y en la observación indirecta. Por un lado, la observación directa se ha basado en las experiencias del autor con el BMS; y por otro lado, la observación indirecta ha empleado encuestas y entrevistas semiestructuradas, a modo de Panel de Expertos. Todo ello con el objetivo de identificar los problemas —punto de situación— y las posibles mejoras en la instalación del BMS en el VRCC *Centauro*.

En tercer lugar, se recurre a diferentes herramientas de Calidad. Entre estas herramientas destaca el Despliegue Funcional de la Calidad (QFD), para comparar diversos procesos de implantación de C2IS; y el Análisis DAFO para analizar las características positivas y negativas del Proyecto.

Finalmente, se elabora una propuesta de mejora del proceso de instalación del BMS sobre VRCC *Centauro*, con unas posibles líneas futuras que garanticen el éxito del proyecto.

2. Estado del Arte

En este apartado se analiza, por un lado, el Estado del Arte de las actuales teorías sobre Mando y Control en las operaciones militares; y por otro lado, el Estado del Arte de los C2IS, que se están desarrollando en el ET.

2.1. Definición del concepto Mando y Control

Tradicionalmente, en el Ejército español el liderazgo es una de las virtudes que debe cultivar un buen jefe para lograr el éxito en las operaciones militares. La doctrina militar define el Mando como la autoridad y consiguiente responsabilidad, conferidas a un jefe, para el planeamiento y la conducción de las acciones de una fuerza militar [1]. En este sentido, BERMÚDEZ DE CASTRO Y TOMÁS precisa que: “Mando militar es el arte de hacerse obedecer por los subordinados, inspirándoles en la ejecución de las órdenes la aplicación de todas sus virtudes militares” [7].

Como complemento a la anterior definición, debe introducirse el concepto de Mando como función de combate¹⁰. La función de combate Mando es “el conjunto de acciones por las que se planean y se conducen las operaciones, dirigiendo y coordinando las fuerzas y medios asignados” [1]. Dentro de esta definición, se mencionan diversos términos como: planear, conducir y controlar. Estos conceptos, cabe puntualizar, han de ser diferenciados a la hora de comprender las necesidades de una unidad a la hora de implantar un correcto C2IS.

De forma sucinta, la principal diferencia radica entre planeamiento y conducción. El planeamiento, en términos generales, se refiere al proceso de analizar la situación, identificar objetivos, señalar prioridades y definir la organización operativa, así como los medios necesarios para llevar a cabo una misión concreta. En cambio, la conducción se refiere al Control y coordinación de una fuerza que ya está empeñada en una misión, implicando la posibilidad de corregir las órdenes dadas durante el proceso de planeamiento. De esta diferenciación, se deriva que el Control es el conjunto de acciones llevadas a cabo por el jefe, encaminadas a la supervisión de las órdenes en una determinada misión.

2.2. Evolución doctrinal de la función de combate Mando

En la actualidad, el desarrollo del Mando y Control se encuentra inmerso en una constante evolución. Esto es debido principalmente a dos factores, a saber: el desarrollo teórico de la doctrina y las innovaciones tecnológicas —civiles y militares— en el campo de las telecomunicaciones y de la informática.

¹⁰ Una función de combate es una herramienta conceptual para relacionar, agrupar, describir y coordinar las acciones de las fuerzas terrestres.

A nivel teórico, Estados Unidos encabeza la innovación doctrinal del concepto Mando y Control. Una de las teorías modernas aboga por introducir los principios de la Ingeniería de Sistemas en el campo militar. En este sentido, se pretende integrar los C2IS con los sistemas de Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento (ISR) conjuntos para proporcionar la conciencia dominante del espacio de batalla. Esta vinculación, unida a la sincronización de los sistemas de armas de alta precisión, junto con la superioridad en la guerra de la información, será la clave del éxito de las operaciones militares futuras, según esta teoría [8].

Otra teoría, publicada por el Estado Mayor Conjunto de Estados Unidos, basa sus fundamentos en el completo dominio del espacio de batalla, cualquiera que sea el teatro de operaciones. La teoría añade el concepto de “Dominación del espectro completo”, dando una mayor preponderancia a ganar y mantener la superioridad en la guerra de la información. Sin embargo —según esta teoría— para ser líder en esta capacidad, se necesita disponer de sistemas de Mando, Control, Comunicaciones y Computación (C4) que hagan evolucionar los antiguos conceptos de fuego, maniobra, logística, y protección hacia cuatro objetivos: maniobra dominante, protección multidimensional, combate de precisión y logística dirigida [9].

No obstante lo anterior, la doctrina militar que, efectivamente, ha transformado el desarrollo de los C2IS es la Guerra Centrada en Redes (NCW, por sus siglas en inglés). Esta doctrina se basa en el empleo de la información como ventaja competitiva. La NWC afirma que los objetivos operacionales se logran cuando un ejército sea capaz de desplegar todas sus unidades de forma aislada, a la vez que el enlace entre ellas esté garantizado y la transmisión de información se asegure en tiempo real —mediante procesos automáticos de sincronización— a través de una arquitectura de red plenamente estable [10]. Por supuesto, para la obtención, tratamiento y difusión segura de la información, es necesario desarrollar nuevos C2IS que puedan convertir la citada teoría en una realidad, integrando las comunicaciones en el sistema y evolucionando del concepto C2IS al concepto C3IS.

2.3. Estado del Arte de los Sistemas de Información para Mando y Control en el ET

La introducción de los nuevos C2IS y C3IS en el ET responde a la puesta en marcha del *Plan de Modernización de los Sistemas de Mando, Control y Comunicaciones del ET (MC3)* [11]. El título sintetiza el propósito del Jefe del Estado Mayor de la Defensa (JEMAD) de contribuir al

concepto SP-NEC¹¹. Además, este Plan fija sus objetivos en relación al cumplimiento de los requisitos derivados del planeamiento por capacidades, descritos en los *Force Proposals*¹².

En síntesis, el plan MC3 pretende lograr los siguientes cuatro objetivos:

- Alcanzar la máxima eficacia operativa mediante el correcto tratamiento y difusión de la información, la mejora de la sincronización y de la conectividad de los nodos y la mejora de la integración entre plataformas, nodos de mando y elementos ISR.
- Aumentar la protección de la fuerza, mediante sistemas de seguimiento y localización de fuerzas propias y sistemas de defensa activos BCID (*Battlefield Combat Identification*).
- Asegurar y proteger la información, a través de protocolos de seguridad de las comunicaciones.
- Asegurar la interoperabilidad con la integración de protocolos y estándares internacionales.

A partir de la determinación de objetivos, el Plan MC3 fija las prioridades del Programa, siendo el BMS un elemento clave del mismo. Al respecto, la primera prioridad consiste en cubrir las carencias existentes en cuanto a C2IS a disposición del escalón GT, apostando por el BMS.

Con el Plan MC3 evoluciona el concepto C2 —*Command and Control*— actual al concepto C4ISR —*Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*— lo que se traduce en la integración de todo tipo de información en una única red por la que transitará la voz, la información táctica (mapa de situación, planes y órdenes de operaciones), la situación logística, la inteligencia (imágenes, video, datos), la localización de la unidades propias en tiempo real, los datos para la identificación de plataforma y los enlaces de datos tácticos (*Tactical Data Link*, TDL) [2].

El plan MC3 —ideado en el año 2009— fija un horizonte temporal fechado en el año 2021, tras su última revisión en el año 2015. Para materializar los objetivos expuestos, el Plan MC3 desarrolla once proyectos repartidos en tres áreas de actuación —sistemas de información, telecomunicaciones y seguridad—. De todos ellos, nos centraremos sólo en los que afectan directamente al estado del arte de los C2IS para las unidades de Caballería. Estos son: COMFUT, FFT, BMS y SIMACET V6.

¹¹ Por el que se pretende alcanzar la superioridad en la adquisición, tratamiento, distribución y empleo de la información, reduciendo los plazos de tiempo en la toma de decisiones y permitiendo el flujo de la información en tiempo útil entre puestos de mando, unidades, sensores y sistemas de armas.

¹² Los *force Proposal* son directivas que muestran propósitos para la fuerza, establecidos a nivel OTAN.

2.3.1. Componentes CIS¹³ del Combatiente del Futuro (COMFUT)

Se trata de un C3IS concebido para el nivel pelotón, de manera que cada combatiente individual se configura como un nodo, gracias a un terminal que lleva cada combatiente consigo. Además de permitir el enlace por radio, los terminales constan de un módulo de datos capaz de geolocalizar al combatiente y de transmitir información por el envío de alertas y la localización de amenazas u obstáculos [6].

El sistema permite el enlace a distancia entre los combatientes a pie —exploradores— y el jefe de pelotón, que normalmente estará en su vehículo, junto con su correspondiente nodo BMS. COMFUT, a mi parecer, es de gran utilidad para las unidades de Caballería cuando, en un momento determinado de una operación, se necesite desembarcar a los exploradores para una misión concreta. Su diseño permite la integración con el BMS, replicando la información al escalón superior. Esta posibilidad garantiza la visión actualizada y real del espacio de batalla a los jefes de sección y jefes de escuadrón, ya que estarán monitorizando —gracias al BMS— en tiempo real, la información facilitada por los terminales COMFUT de cada explorador. La mayor rentabilidad que se puede sacar al sistema, desde mi punto de vista, es en las operaciones MOUT (*Modern Operations in Urban Terrain*) o en los reconocimientos de punto concreto.

2.3.2. SIMACET V6

El Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra (SIMACET) está siendo actualizado en su sexta versión. Está concebido para proporcionar herramientas para el Mando y Control, requeridas por las secciones¹⁴ que integran los PC de nivel Agrupación Táctica (AGT)¹⁵ y superior. Actualmente, este sistema da soporte en las áreas de planeamiento, conducción, inteligencia, logística, mensajería cifrada y situación NBQR¹⁶. Su mayor utilidad es como soporte para el planeamiento, la elaboración y difusión de órdenes e informes y el posterior seguimiento de las operaciones. Además, incorpora una aplicación de mensajería oficial y permite la interoperabilidad con otros sistemas. Por otro lado, tiene un sistema de mensajería no oficial, que sirve de chat operacional entre nodos SIMACET [12].

Al estar en servicio operativo desde hace varios años, y con el objetivo de garantizar que las unidades no pierdan las capacidades que otorga el SIMACET, este proceso de modernización se realiza por incrementos sucesivos. Las lecciones aprendidas por los PC en los numerosos ejercicios y operaciones en los que se ha utilizado este sistema, han concluido que —en su sexta

¹³ De las siglas en inglés, *Communications and Information Systems*

¹⁴ Un PC se articula en varias células que monitorizan las funciones de combate dentro de una operación. Normalmente, un PC se articula en cuatro secciones o células: personal, inteligencia, operaciones y logística. Normalmente, cada jefe de sección se constituirá como un cliente SIMACET.

¹⁵ Equivalente operacional a regimiento.

¹⁶ Nuclear, Biológica, Química y Radiológica.

versión— el SIMACET debe incluir herramientas colaborativas, integración de sensores y debe ser interoperable con otros sistemas nacionales —principalmente con BMS, TALOS¹⁷ y AMPS¹⁸— y con los protocolos internacionales, sobre todo con los estándares de OTAN [2].

Al respecto, cabe precisar que existen dos tipos de nodos SIMACET en función del nivel de servicio que tienen que dar y del PC al que dan soporte:

- **SIMACET-GU:** proporciona soporte a PC de nivel brigada o superior¹⁹. Este tipo de nodos utiliza una LAN para comunicarse entre los usuarios que sirven a un mismo PC. Sin embargo, para el enlace entre nodos SIMACET-GU se integra en la Red Básica de Área (RBA). Para explotar todas las funcionalidades, el programa necesita dos servidores de nodo con impresoras, sistemas de almacenamiento, *switches*, etc. No obstante, los nodos tienen menos movilidad, ya que los PC de GU requieren una estabilidad temporal para garantizar el funcionamiento del mismo, debido a la complejidad en su transporte e instalación.
- **SIMACET-PU:** proporciona soporte a PC de nivel GT/AGT. En su configuración vehicular, está diseñado para instalarse en el PCBON²⁰. Este nodo enlaza con el SIMACET-GU, mediante la Red Radio de Combate (RRC) o mediante la RBA. El SIMACET-PU es el nexo directo de unión entre el PC de GT/AGT y el PC de brigada, dando una visión real, temprana y homogénea de la situación de las unidades y del espacio de batalla, por su integración con el BMS [12].

El enlace de SIMACET con las unidades de combate se materializa integrando el SIMACET-PU con el BMS, a través de una pasarela del PCBON. De esta forma, el lector puede comprender mejor cómo el jefe de una GU —por ejemplo, el jefe de una división— es capaz de ver, en tiempo real, lo que sucede en la zona de acción de uno de sus GT de primer escalón²¹.

2.3.3. Battlefield Management System

El *Battlefield Management System* es un Sistema de Información y Comunicaciones para el Mando y Control de nivel GT. Se describe en detalle en el apartado 3 del trabajo.

2.3.4. Friendly Forces Tracking

El sistema *Friendly Forces Tracking* (FFT-UPV) es un C2IS que permite el posicionamiento, localización, navegación, mensajería e intercambio de información en las PU. El proyecto FFT-UPV —desarrollado por la Universidad Politécnica de Valencia (UPV)— estará en dotación en las

¹⁷ Sistema de Mando y Control de Artillería de Campaña.

¹⁸ Sistema de Mando y Control para la coordinación y planeamiento de unidades de helicópteros.

¹⁹ Lo que se conoce como Gran Unidad (GU).

²⁰ Ver anexo B. Descripción del PCBON.

²¹ Unidades a vanguardia del despliegue.

unidades de Caballería hasta su completa sustitución por el BMS. El FFT-PV no deja de ser una solución temporal, que se presenta como una aplicación software con tres simples funcionalidades: navegación GPS, localización de fuerzas propias y envío de alertas.

En todo momento, la información del sistema se replica entre los nodos, de forma que todos los sistemas comparten la misma COP (*Common Operational Picture*) [13]. Para el funcionamiento del FFT, es necesario que los terminales del GT enlacen entre sí a través de la RRC, con las radios PR4G configuradas en modo IP/MUX²². Otro requisito adicional es la integración con el PCBON, puesto que el PCBON es el encargado de diseñar la arquitectura de Mando y Control del GT [14]. Con este C2IS, el jefe de la unidad puede conocer de forma rápida y precisa la ubicación de sus subordinados, ahorrando tiempo y esfuerzos en solicitar dicha información por radio.

²² La configuración en modo IP/MUX permite el enlace simultáneo con voz y datos, permitiendo poder hablar con la radio, mientras se recibe y transmite información en la red de réplica de datos del sistema, ya sea BMS o FFT.

3. Battlefield Management System

Se trata de un novedoso C3IS para unidades acorazadas y mecanizadas, que permite la acción coordinada de los escuadrones de combate y del PC de GT, con las unidades de apoyo al combate y de apoyo logístico al combate. Esta coordinación se complementa con la integración con otros sistemas, como SIMACET y TALOS [15].

3.1. Descripción funcional

Como cualquier otro C2IS, el BMS se configura a partir de redes, nodos y servidores. Cada nodo permite el acceso al sistema de un usuario que ocupará un puesto dentro del despliegue de la unidad, según esté configurado en el archivo de misión. Dentro de BMS se distinguen dos tipos de nodo, a saber:

- **Nodo BMS:** es cada una de las estaciones que permiten a un usuario el acceso al sistema BMS como cliente único. Cada nodo BMS guarda un juego de claves predeterminado por la aplicación, cifrado dentro del identificador de nodo. Este identificador es un número de cuatro cifras capaz de configurar 9999 usuarios distintos.
- **Nodo externo:** se trata de un usuario no configurado como nodo BMS, pero integrado en el sistema mediante una interfaz de compatibilidad. No tiene, en este sentido, las mismas funcionalidades que un nodo BMS.

Para operar con el BMS, es necesario diseñar y configurar un fichero de misión independiente para cada operación. El fichero de misión es un archivo en el que se configuran las comunicaciones de cada nodo y la información táctica inicial. Este archivo debe contener el orden de batalla, las unidades participantes, la jerarquía de los nodos dentro las mallas o las diferentes medidas de coordinación sobre el terreno, entre otros. Si un nodo BMS no tiene cargado el fichero de misión, el BMS perdería su utilidad como sistema de Mando y Control. Y, en efecto, solo serviría como una herramienta de apoyo a la navegación, esto es: como si se tratara del navegador de un vehículo civil.

El BMS integra un total de dieciocho subsistemas que gestionan, configuran y explotan hasta veintitrés funcionalidades distintas. Al respecto, para analizar las capacidades que aporta el BMS en el Mando y Control de los VRCC *Centauro*, se describen a continuación las funcionalidades más importantes.

En primer lugar, las funcionalidades que dan soporte al usuario y sirven de base para el funcionamiento del sistema son:

- **Administración del Sistema:** permite el acceso al sistema y la configuración inicial del mismo, así como la gestión de ficheros, carga de la cartografía y gestión de la política de copias de seguridad. Con un nivel avanzado de instrucción, se puede crear un fichero de misión gracias a esta funcionalidad.

- **Mantenimiento del Sistema:** es una funcionalidad exclusiva para configuraciones avanzadas. Sólo para personal experto y autorizado.
- **Gestión de documentos:** es una herramienta de apoyo al sistema, que ordena los documentos en carpetas, generando una biblioteca de ficheros. Además, permite la edición de documentos preformateados ADatP-3.
- **Control de tiempos:** controla y configura los relojes del sistema: hora local, hora común marcada en el fichero de misión, hora de la operación, junto con un cronómetro configurable y otro para la cuenta atrás.
- **Gestión de datos estáticos:** tiene como función guardar y enlazar los datos cargados en las plantillas y en el fichero de misión.

En segundo lugar, el BMS consta de tres subsistemas integrados que permiten la explotación de tres funcionalidades que conforman el Sistema de Información Geográfica (SIG) propio de BMS. Según GOODCHILD y KEMP (1990): “Un SIG se define como un Sistema compuesto por hardware, software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar, modelizar y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación” [16].

Estas funcionalidades son:

- **Sistema de Información geográfica.** Cabe destacar que es la más importante de todas, ya que en torno a esta, se diseñan y funcionan el resto de funcionalidades. Permite la visualización de mapas, gestión de capas y simbología táctica, planeamiento de rutas y análisis del terreno, integrándolo con el despliegue enemigo²³.
- **Navegación.** Esta funcionalidad ofrece ayudas para la configuración del sistema de posicionamiento de la plataforma, seleccionar una ruta de navegación ya planeada, establecer esta ruta y realizar el seguimiento de la misma.
- **Situación táctica.** Permite dotar al sistema de la capacidad de conducción de una operación, a través del seguimiento de fuerzas, así como el establecimiento de la organización operativa. Como ayuda a la conducción, también ofrece la posibilidad de gestionar las medidas de coordinación, así como la gestión de obstáculos.

En tercer lugar, el BMS integra una serie de funcionalidades relativas al Mando y Control, con la capacidad de replicar la información en tiempo real.

- **Planeamiento.** El sistema BMS consta de un subsistema específico, denominado subsistema de confrontación de líneas de acción que permite crear, comparar,

²³Lo que en Táctica se conoce como Integración INTE (Integración Terreno—Enemigo)

confrontar y difundir una línea de acción²⁴. Esto es posible porque el subsistema tiene integrado un mecanismo virtual, que permite observar la evolución temporal de la situación táctica.

- **Apoyo logístico.** Permite gestionar las diferentes solicitudes de abastecimiento, mantenimiento, asistencia sanitaria y transporte gracias a su integración con el subsistema de mensajería instantánea.
- **Mensajería.** El BMS permite, por un lado, la transmisión y recepción de mensajería interna para usuarios del sistema, con posibilidad de anexar documentos, a través del subsistema de mensajería instantánea. Y, por otro lado, mandar mensajes de tipo SIMENFAS, a través de la integración con SIMACET.
- **Alarmas.** Las alarmas se refieren siempre a hechos tácticos acaecidos u observados en el campo de batalla, como por ejemplo, el avistamiento de un enemigo. Cuando se generan, deben enviarse inmediatamente al resto de unidades que intervienen en la operación, con prioridad máxima.
- **Avisos.** Esta funcionalidad permite a los usuarios locales detectar los problemas técnicos aparecidos en sus vehículos, pudiéndose replicar al nivel superior.
- **Apoyo de fuegos.** Gestiona las peticiones de acciones de fuego planeadas y sirve de apoyo para el planeamiento de estos apoyos y su difusión. Además, en caso de emergencia, el sistema permite realizar la petición de fuego sobre un objetivo no previsto.

En cuarto lugar, dada la complejidad de las telecomunicaciones y la necesidad de configurar e integrarlas con el BMS, existen dos funcionalidades para la gestión de las comunicaciones y la difusión de la información.

- **Gestión de las comunicaciones:** a través del subsistema de gestión de comunicaciones, se puede supervisar, controlar y configurar las radios PR4G conectadas al nodo BMS, sin tener que manipularlas.

²⁴ Una línea de acción es una hipótesis de planeamiento.

- **Difusión de la información:** esta funcionalidad configura tanto los filtros como la forma en que se replica la información, a través de las diferentes interfaces de datos. También controla y monitoriza la transmisión de datos entre los diferentes nodos BMS, mediante una interfaz basada en el paradigma publicación-suscripción. No obstante, para la integración con otros C2IS nacionales se emplea la Interfaz de Datos Tácticos (IDT).

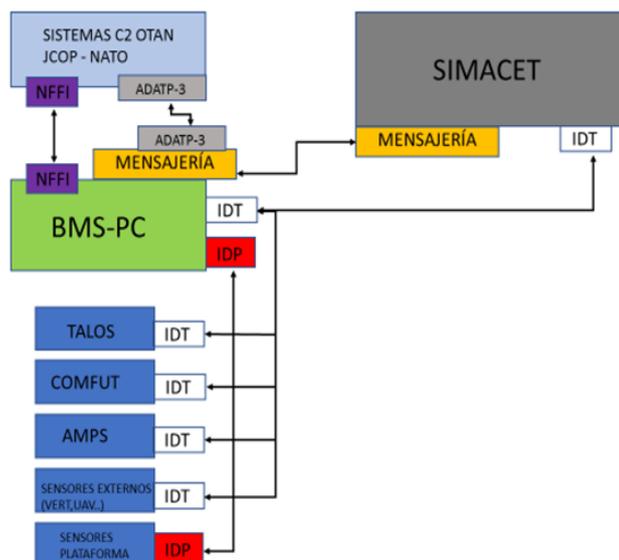


Figura 2. Esquema de la integración del BMS con otros C2IS²⁵

Para integrarse con sistemas internacionales, el BMS emplea una interfaz para el seguimiento de fuerzas, según el estándar NFFI²⁶. Además, dispone del sistema de mensajería preformateada ADatP-3.

Por último, el BMS dispone de otras funcionalidades que, por su singularidad, conviene citarlas aparte. Existen varios subsistemas diseñados específicamente que aportan capacidades adicionales como realizar juicios críticos, integrar los sensores de la plataforma y gestionar la seguridad de las comunicaciones —cifrado habilitado por el Centro Criptológico Nacional— o efectuar un borrado de emergencia [15].

3.2. Arquitectura de red de Mando y Control del Grupo Táctico

Todas las funcionalidades descritas en el apartado anterior posibilitan la configuración de una red de comunicaciones e información integral de nivel GT. Recuérdese, en este sentido, que cada vehículo de línea tendrá instalado un nodo BMS y que el PC del GT estará integrado en el

²⁵ Fuente: [17]

²⁶ Según el STANAG 5527.

PCBON, desde donde se configurará la malla de mando del GT y se monitorizarán todos los nodos BMS.

El BMS necesita de un medio para realizar el intercambio de información, mediante la transmisión de datos. La forma en que se materializa el enlace es mediante la conexión de los nodos BMS a las radios PR4G de cada vehículo, a través de un cable de datos. Estas radios se configuran para integrarse dentro de la RRC. De esta manera, los vehículos de línea quedan enlazados entre sí, dentro de las mallas que se configuren.

Dentro de la malla de mando del GT, es importante destacar, no todos los usuarios tienen las mismas necesidades de comunicación. En consecuencia, cada vehículo se configura con unos medios CIS distintos. En primer lugar, el PCBON necesita enlazar con las estaciones subordinadas de la malla del GT —con los jefes de escuadrón y auxiliares— y, también, con el escalón superior²⁷. De la misma forma, los jefes de escuadrón tienen que ir enlazados en doble malla, siguiendo el mismo razonamiento.

Para efectuar este doble enlace con eficacia, tanto el PCBON como los vehículos de los jefes de escuadrón o sección necesitarían una radio adicional —por cada malla— para garantizar la estabilidad de la red de datos de BMS, limitada por el escaso ancho de banda de las radios PR4G. Adicionalmente, la otra radio debe configurarse en el modo IP/MUX, para apoyar en la transmisión de datos.

Debido a la complejidad de integrar hasta cuatro radios por cada nodo BMS y de trabajar en doble malla, se necesita un apoyo auxiliar que garantice la estabilidad del sistema. Esta función la realiza el Gestor de Comunicaciones (GESCOM)²⁸.

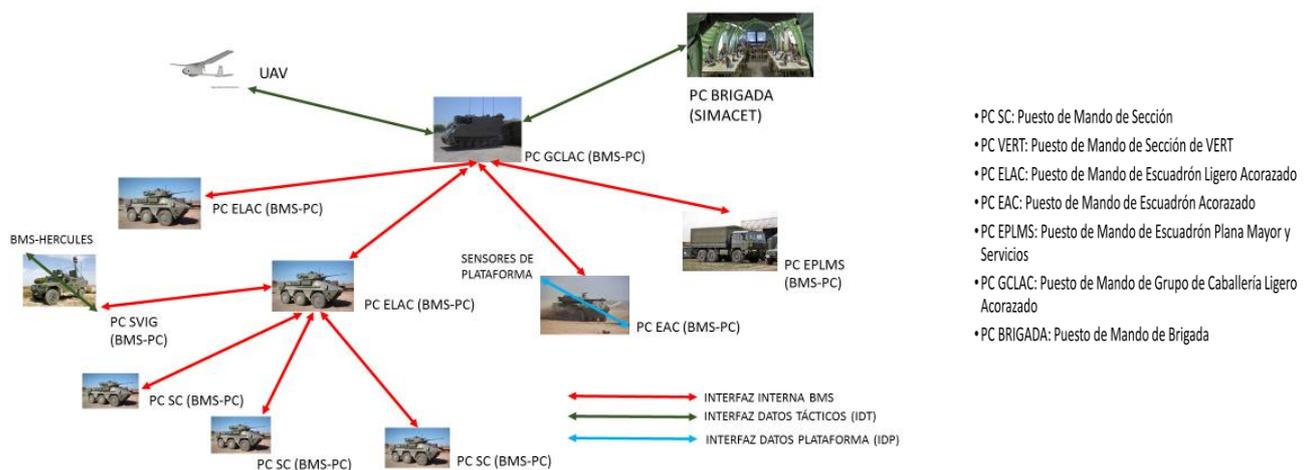


Figura 3. Enlaces de la red de mando del BMS en un GCLAC²⁹.

²⁷ Nivel AGT o Brigada.

²⁸ El GESCOM selecciona, siguiendo unos criterios de optimización del ancho de banda, la radio por que debe transferirse cada dato.

Sin embargo —pese a lo expuesto— los vehículos de los jefes de escuadrón y de los jefes de sección no están diseñados para tal efecto. Por lo tanto, la transmisión de datos no será todo lo fluida, desde mi punto de vista, hasta que no se posibilite la instalación de un bastidor con capacidad para albergar más de dos radios y se compatibilice con el diseño del VRCC *Centauro*.

Para completar la red de Mando y Control del GT se suelen configurar otras mallas para el enlace directo con órganos logísticos o de obtención y difusión de Inteligencia. Sin embargo, otro aspecto clave de la implantación del BMS en los GCLAC es la posibilidad de integrar en única malla las mallas de operaciones, inteligencia y logística, junto con la malla de mando..

Tras el análisis de la estructura de la red de Mando de un GT, cabe preguntarse cómo se efectúa el flujo de información entre nodos BMS. El BMS está diseñado para que los nodos inferiores repliquen la información hacia el nodo BMS de nivel superior. Cuando esta información llega al nodo, se vuelve a replicar hacia arriba, sincronizando los tiempos de refresco, actualizando la información y, de nuevo, replicándola hasta llegar al PCBON, el punto final. Llegada la información al PCBON, éste la actualiza y la reenvía en dirección contraria, hasta llegar a los vehículos de línea. De esta forma, la transmisión de información bidireccional se efectúa en tiempo real, posibilitando funcionalidades como la localización y seguimiento de fuerzas propias. Ahora bien, cabe señalar el siguiente problema detectado: si durante el desarrollo de la operación causa baja un nodo intermedio, se pierde el enlace con los vehículos de las mallas subordinadas.

Para la comunicación con el escalón superior —AGT o brigada— el BMS tiene capacidad de integrarse con otros sistemas nacionales e internacionales, a través de los protocolos de interoperabilidad explicados anteriormente [17].

²⁹ Fuente: [17]

4. Proceso de Implantación del BMS en el VRCC Centauro

Justificado el proyecto de implantación del BMS en la plataforma VRCC *Centauro* y explicado el sistema en su conjunto, este epígrafe se centra en su integración en el vehículo, con el análisis de los problemas de instalación, manejo e instrucción, y con una propuesta para su mejora.

4.1. Punto de situación

Actualmente, el EAC 3/II/11 tiene la posibilidad de instalar el BMS en cuatro VRCC *Centauro*. La instalación no es fija, ya que al ser considerado material cripto³⁰, hay que conectar todo el cableado y la *tablet* cada vez que se requiera utilizar el BMS. Asimismo, es indispensable remarcar que todos los componentes del sistema son de uso civil, por lo que no están debidamente protegidos contra las inclemencias del combate y para el empleo en un vehículo acorazado. La instalación del sistema se lleva a cabo por iniciativa del EAC 3/II/11, prácticamente sin apoyo experto.

Para la elaboración del punto de situación, se recurre a la observación directa del autor y a la observación indirecta, a modo de Panel de Expertos. Por un lado, la observación directa consiste en las experiencias propias del autor durante el desarrollo de un ejercicio tipo ALFA del EAC 3/II en el CENAD “San Gregorio”, donde se puso a prueba el BMS como herramienta de Mando y Control. Por otro lado, la observación de indirecta se basa en la elaboración de una encuesta a los miembros del EAC3/II/11 y en las entrevistas semiestructuradas a los tres miembros más destacados para el trabajo.

4.1.1. Encuesta

Durante la tercera semana de septiembre, el autor realizó una encuesta a los miembros en activo del EAC 3/II/11 (21 pax). Para su elaboración, se han tenido en cuenta tres variables de control que son: el empleo, la antigüedad en el Ejército y el puesto táctico de cada encuestado. La encuesta tiene objetivo analizar la aceptación del BMS y su importancia para el Escuadrón a través de siete preguntas con cuatro posibles respuestas³¹. Cada respuesta va asociada a una letra —de la a (a) la (d)— en función del mayor o menor grado de entusiasmo o de confianza en el proceso de implantación del BMS.

Tras analizar los resultados³², pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- La implantación del BMS en el VRCC *Centauro* debe ser una prioridad.

³⁰ Material sensible, con unas condiciones particulares para su custodia y seguridad.

³¹ Ver [Anexo C.](#)

³² Ver [Anexo D.](#)

- Los resultados obtenidos con la integración del BMS en los ejercicios del Escuadrón se valoran de forma positiva.
- Hay una alta confianza en la eficacia del BMS.
- Existe una disparidad de opiniones sobre la posible solución de los actuales problemas de instalación a corto o medio plazo.
- La opinión dominante es que los problemas de instalación tienen una fácil solución.
- Los encuestados consideran que el manejo del BMS es, en mayor o menor medida, sencillo.
- La opinión mayoritaria es que se debería comisionar un equipo de trabajo que se dedique exclusivamente a trabajar en la integración BMS—VRCC.

Adicionalmente, se ha realizado un estudio estadístico³³ para determinar la posible correlación entre el grado de entusiasmo/confianza y la antigüedad en el servicio de los encuestados. Para ello, se ha dividido la muestra en tres rangos de antigüedad: militares modernos (0 - 2 años de servicio), militares veteranos (3 - 8 años) y militares antiguos (más de 9 años). El resultado es el siguiente:

- Se puede hablar de unanimidad de opiniones en cuanto a la máxima importancia que tiene el proyecto de integración.
- Los antiguos valoran más positivamente los resultados obtenidos a día de hoy, mientras que los modernos son más escépticos.
- Los modernos no confían tanto en la eficacia del BMS en contraposición con el elevado grado de expectación de los veteranos. Por su parte, los antiguos se mantienen equidistantes entre las dos opiniones.
- En cuanto a la confianza sobre la solución de los problemas de instalación, los modernos muestran un mayor grado de confianza, mientras que los veteranos y los antiguos muestran más desconfianza.
- Por lo general, existe una opinión mayoritaria en toda la muestra sobre la facilidad de solventar los problemas de instalación.
- A mayor antigüedad, más difícil resulta el manejo del BMS.
- Todos los antiguos se muestran entusiastas con la idea de crear un equipo de trabajo exclusivo. Sin embargo, los veteranos consideran que no es tan importante. En el caso particular de los modernos, hay más divergencia de opiniones.

En vista de los resultados anteriores, se deduce que la antigüedad es ligeramente relevante. Por regla general, los más antiguos tienen elevadas expectativas en el proyecto, consideran que es más dificultoso el empleo del sistema y creen firmemente en la creación de un equipo de expertos que trabaje exclusivamente en su integración. Como curiosidad, en

³³ Ver [Anexo E.](#)

contraposición a lo anterior, se aprecia en el estudio que los más antiguos muestran más desconfianza en una pronta solución de los actuales problemas.

4.1.2. Entrevistas

Para detectar los problemas del proceso de implantación, se han realizado tres entrevistas semiestructuradas a los miembros más destacados para el proyecto de implementación. Por ello se ha seleccionado al Jefe del EAC 3/II/11, a un jefe de sección acorazada y a un Instructor Avanzado de Tiro de VRCC *Centauro*. La entrevista consta de cinco preguntas con respuesta abierta³⁴, es decir: se ofrece la posibilidad al entrevistado para que argumente lo que estime conveniente. El objetivo de esta entrevista es determinar los principales problemas, a día de hoy, en el proceso de implantación y conocer el estado de desarrollo del mismo. De la información obtenida en las entrevistas, se extraen las siguientes conclusiones en relación a la precaria instalación actual.

En primer lugar, al no contar con un afuste válido, el *tacter* no queda anclado al vehículo, con lo que queda a merced de los movimientos violentos derivados de la maniobra campo a través. Además, su manipulación resulta muy dificultosa. En relación con lo anterior, el cableado y las conexiones de uso civil se rompen con facilidad, tienen problemas de estanqueidad y se enredan con los elementos de la torre e incluso, con el jefe de vehículo. La alimentación del BMS es una mera solución temporal, debido a que se conecta a una toma artesanal que, en caso de producirse una sobretensión, podría quemar el circuito eléctrico. Actualmente, el *tacter* suele colocarse en el espacio donde va alojada la caja de munición de la ametralladora coaxial, impidiendo el correcto municionamiento de la misma. Además, el sobrante del cableado entorpece la manipulación de las radios e impide el correcto uso de los alveolos de la munición del cañón.

En segundo lugar, como se puede observar en el QFD, una de las desventajas principales del proceso de implantación del BMS en VRCC *Centauro*, con respecto al proceso de implantación del BMS-LINCE, es el menor número de funcionalidades. Esta diferencia se debe a que el software no puede descargar los datos de la electrónica del vehículo, porque la unidad central de tiro y la centralita del motor no están diseñadas para conectarse al BMS.

En tercer lugar, el flujo de datos del BMS provoca una sobrecarga en el ancho de banda de la radio. Esto se traduce en la pérdida de calidad del enlace y la distorsión de las comunicaciones. Además, esta limitación dificulta la transmisión de datos, saturando la capacidad de transmisión de los archivos. De hecho, el geoposicionamiento se consigue gracias a un receptor GPS auxiliar conectado al *tacter*, al no contar con antenas GPS de bajo perfil para PR4G v3.

³⁴ Ver [Anexo F](#).

En relación al proceso de implantación, por un lado, los expertos afirman que el proyecto se encuentra en fase de desarrollo y experimentación. Por otro lado, las principales cuestiones a tener en cuenta a la hora de afrontar este proyecto de instalación son: el movimiento de la torre, los procedimientos de tiro, la adaptabilidad y la ergonomía.

Asimismo, se ha constatado la necesidad de rediseñar algún elemento de la torre o del bastidor de la radio para albergar todos los elementos del BMS, si no se quiere perder ninguna de las capacidades de combate del VRCC *Centauro*. Para ello, los expertos coinciden en que es necesaria una inversión financiera para impulsar el proyecto, dotando a las unidades de cableado, conexiones reforzadas y nuevas *tablets*. Más aún, es necesaria la creación de un equipo de trabajo a nivel Ejército, con preparación técnica que trabaje en exclusiva para el proyecto. Este equipo multidisciplinar debería estar formado por ingenieros civiles, ingenieros politécnicos del ET y cuadros de mando del EAC, con el fin de dar continuidad al proyecto y generar una solución viable y común para todas las unidades de Caballería.

Por último, los expertos esperan que la implantación del BMS en el VRCC *Centauro* mejore las capacidades actuales con las siguientes ventajas: navegar sin tener que guiar al conductor; facilitar el Mando y Control de la unidad; interaccionar más fácilmente con todos los vehículos del GCLAC; reducir la transmisión por radio, evitando radiaciones electromagnéticas detectables por el enemigo; agilizar el flujo de información y, por último, mejorar el control logístico del vehículo.

4.1.3. Observación directa

Durante la primera semana de octubre, el EAC 3/II/11 realizó un ejercicio ALFA en el CENAD “San Gregorio”, donde se empleó el BMS como herramienta de Mando y Control. Para tal efecto, se instalaron los nodos BMS en los VRCC del Jefe de escuadrón y de los tres jefes de sección, para probar sus funcionalidades en las actividades que se iban realizando, a lo largo de la semana.

El autor pudo comprobar, en primera persona, las capacidades que otorga el BMS en el Mando y Control del Escuadrón, además de confirmar las conclusiones destacadas en las entrevistas, expuestas en el apartado anterior. Para completar el estudio, se ha realizado un diario de operaciones personal, donde se han ido anotando las apreciaciones del autor en cuanto al funcionamiento del BMS, sintetizado en la tabla siguiente:

Actividad	Dificultad	Resultados
Instalación del nodo BMS en el vehículo de jefe de Sección	Media	La debilidad de las conexiones obliga a tener que desinstalar el BMS cada vez que se finaliza un ejercicio, con todos los problemas expuestos en los apartados anteriores.
Establecimiento de la red de Mando y Control del Escuadrón (BMS)	Media	Se necesita hasta media hora para conseguir la sincronización entre todos los nodos de la malla.
Navegación	Baja	El bajo rendimiento de la <i>tablet</i> GETAC implica tiempos elevado de refresco, lo cual dificulta la navegación.
Seguimiento de fuerzas propias	Baja	Mismas observaciones apreciadas que con la navegación.
Envío de mensajería instantánea	Baja	La saturación del ancho de banda de la PR4G ralentiza esta funcionalidad.
Conexión a distancia con el PC de Grupo Táctico	Alta	Satisfactoria sincronización a distancia.

Figura 4. Resultados de la observación directa³⁵.

Del análisis de los resultados de las actividades llevadas a cabo con el BMS en el ejercicio ALFA, se destacan los principales problemas de implantación concluidos en el Panel de Expertos: precaria instalación del sistema, saturación del ancho de banda, errores de conectividad y de sincronización y poca capacidad del *tacter*.

³⁵ Elaboración propia.

4.2. Análisis DAFO

Completando el estudio, se realiza a continuación un análisis DAFO. Esta herramienta sirve para representar los puntos fuertes y débiles del proyecto, divididos en Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO).

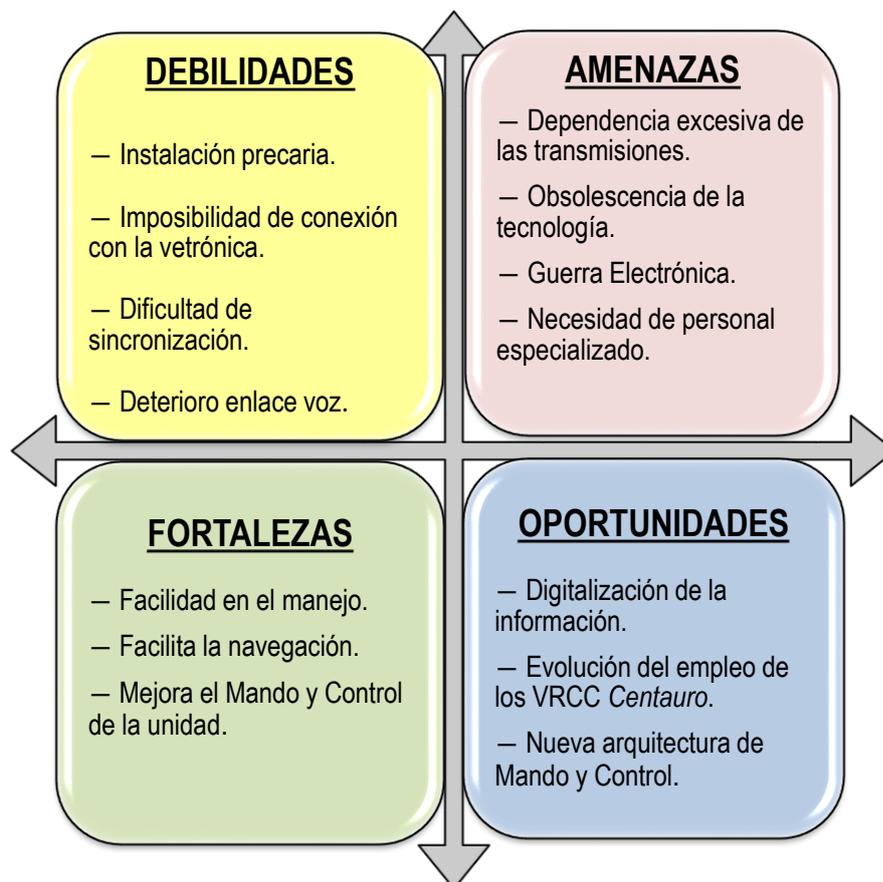


Figura 5. Análisis DAFO. Fuente: Elaboración propia

Las **Debilidades** son los puntos débiles del proyecto en comparación con otros procesos de implementación de C2IS. Entre las debilidades cabe destacar, en primer lugar, la precaria instalación de la *tablet* GETAC —sin ni siquiera contar con un afuste— con el cableado y las conexiones civiles no preparadas para el combate. En segundo lugar, el no poder conectar el BMS ni con el ordenador de a bordo del vehículo ni con la dirección de tiro, merma las funcionalidades para las que el sistema está diseñado. En tercer lugar, la dificultad de enlace y sincronización entre nodos BMS dificulta el empleo en una situación crítica. Por último, el flujo de datos del sistema a través de la PR4G empeora la calidad del enlace por voz, en la medida en que no se puede instalar una radio auxiliar para el tráfico de datos.

Las **Amenazas** son aquellos factores que ponen en peligro la supervivencia del proyecto. Por un lado, la dependencia excesiva del apoyo de personal experto para el mantenimiento del BMS y la creación de ficheros de misión. Por otro lado, si el proyecto se demora en el tiempo, la tecnología del BMS posiblemente quede obsoleta. Además, si se descubren nuevos sistemas de Guerra Electrónica, que puedan poner en peligro la seguridad de la información o la integridad del sistema, probablemente el proyecto se deseche.

Las **Fortalezas** son los puntos fuertes del proyecto que lo llevan a sobresalir positivamente. En este caso, las fortalezas del proyecto son la facilidad en el manejo; la ayuda a la navegación y la mejora en el Mando y Control de la unidad, como se ha explicado.

Las **Oportunidades** son aquellos factores caracterizados por ser una ventaja competitiva del proyecto frente a otros. La implantación del BMS revolucionará el Mando y Control de las unidades, haciendo imprescindible la generación de nuevos protocolos y procedimientos en las telecomunicaciones. Además, la adición del BMS al VRCC *Centauro* puede servir de punto de partida para futuras evoluciones y cambios del empleo de esta plataforma en combate, gracias a las capacidades que le otorga. Finalmente, la digitalización de la información y la difusión a través de computadoras agilizará el ciclo de la decisión, al poder contar con una visión real y coherente del espacio de batalla, en tiempo real.

Descritos los puntos fuertes y débiles del proyecto, se debe comparar el proceso de implantación del que versa el presente trabajo, con otros procesos de implementación parejos. Esta es una de las razones por las que se ha incluido el QFD y que se expondrá posteriormente.

4.3. Despliegue Funcional de la Calidad³⁶

En este epígrafe se realiza un Despliegue Funcional de la Calidad o casa de la calidad con dos objetivos. El primero de ellos es implementar la calidad desde el inicio del proceso de implantación del BMS en la plataforma VRCC *Centauro*. El segundo, es jerarquizar las acciones del proceso, con el objeto de enfocar los esfuerzos del proyecto. Para la elaboración del QFD, se divide el análisis en cuatro fases.

En la primera fase, se ha realizado un estudio de mercado, con la finalidad de determinar las necesidades³⁷ de los jefes de vehículo y transformarlos en requerimientos técnicos³⁸. Se puede concluir que las principales necesidades son: la instalación en el VRCC *Centauro*; la interoperabilidad con otros C2IS; la gestión de diversas funcionalidades; el manejo de datos del vehículo; la configuración y la gran capacidad de procesamiento.

³⁶ Ver Anexo G.

³⁷ Estas necesidades se representan en el QFD mediante los *qués*.

³⁸ Conocidos en el QFD mediante los *cómos*.

Durante la segunda fase, se ha realizado la correlación de dichas necesidades y los requerimientos técnicos, determinándose la relación directa existente entre cada necesidad y cada una de las variables con las que se relaciona.

En la tercera fase, se ha analizado cuantitativamente el nivel de satisfacción de las necesidades que ofrece la integración actual BMS—VRCC, completándose con un estudio comparativo del nivel de satisfacción conseguido en otros proyectos de implantación de C2IS en otras plataformas. Los procesos de implantación con el que se ha realizado esta comparación son los siguientes: la implantación de BMS-LINCE sobre CC *Leopardo 2E*, la implantación de FFT sobre VRCC *Centauro* y la implantación de SIMACET-PU sobre plataforma vehicular. Tras realizar los correspondientes cálculos³⁹, se pueden extraer las tres siguientes conclusiones del QFD:

- En primer lugar, la necesidad más importante la eficacia en la instalación del BMS en el VRCC *Centauro*. Tras ésta, resulta necesario atender a que el C2IS permita realizar el mayor número posible de funcionalidades. Por contra, la necesidad más irrelevante es la capacidad de configuración.
- En segundo lugar, el requerimiento técnico más importante para satisfacer las necesidades del cliente es aumentar el número de parámetros que pueda gestionar el C2IS a través de la electrónica. Además, resulta vital para el proyecto diseñar nuevos subsistemas que, en consonancia con lo anterior, posibilite que el BMS tuviera, al menos, las mismas funcionalidades que el BMS-LINCE.
- En tercer lugar, el estudio concluye que el aumento de la interoperabilidad es la última prioridad. Por lo tanto, en el caso de que haya que reducir los costes o reducir el tiempo del proyecto, el primer aspecto donde se debería reducir presupuesto o esfuerzo sería en el desarrollo de nuevos estándares de interoperabilidad.

Y por último, en la cuarta fase, se contrasta la importancia de los requerimientos técnicos con el objetivo técnico del proyecto, teniendo en cuenta a la competencia, es decir, los otros procesos de implantación. De la misma, se extraen dos conclusiones más, a saber: por un lado, el BMS del VRCC *Centauro* deberá tener las mismas funcionalidades que el BMS-LINCE y deberá contar con los mismos estándares de interoperabilidad. Y por el otro lado, el *tacter* deberá ser más pequeño que sus homólogos y bastante más grande que el actual, para poder tener una mayor capacidad de procesamiento.

Finalmente, para que el proyecto sea viable, cada unidad no debería superar los 15.000€, teniendo en cuenta que casi todo la inversión en I+D+i del proyecto procede del BMS-LINCE y de las experiencias obtenidas en la implantación del FFT en VRCC *Centauro*.

³⁹ Información extraída de SIGLE —Sistema de Gestión Logística del Ejército— y de los manuales técnicos de SIMACET, FFT y BMS, citados en la bibliografía.

4.4. Análisis de mejoras en el proceso de instalación

En vista de los resultados y de las conclusiones anteriores, se considera conveniente realizar una propuesta de mejora, en consonancia con lo estudiado y analizado anteriormente. Lo más esencial para el proyecto es la adquisición de una serie de elementos, que se desglosan a continuación:

- El **Cableado reforzado**: suficientemente flexible y de una longitud determinada para que no haya holguras y con articulaciones acodadas. Principalmente, el cableado necesario es para la alimentación del *tacter*, para la conexión del nodo BMS a la radio y para el receptor GPS. En total son tres cables —por cada *tacter*— cuya disposición no debe interferir en los movimientos de la torre ni en los procedimientos de tiro.
- El **Sistema de alimentación** para el *tacter*: conectado mediante un supresor de corriente a la fuente de alimentación de la torre del VRCC.
- El ***tacter***: que cumpla los requisitos de adaptabilidad y ergonomía. Actualmente, el EAC 3/II/11 está dotado de 4 *tablets* modelo GETAC T800. Para cumplir con los requisitos expuestos, se debería adquirir el *tacter* modelo 31D, de serie en los VERT. Este modelo es físicamente más grande, pero otorga mejores capacidades de procesamiento y ofrece una interfaz más útil en el combate. El número de *tacter* a adquirir debe coincidir con el número de VRCC en dotación⁴⁰.

Una vez se tenga este material en dotación, debería instalarse una radio PR4G v3 adicional para trabajar solamente con datos de alta prioridad, es decir: posicionamiento, alertas y avisos. De esta manera, se ampliaría notablemente el ancho de banda y no se desvirtuaría en enlace. Relacionado con este aspecto, se deberían instalar antenas GPS de bajo perfil, eliminando así el hecho de tener que instalar el receptor de GPS auxiliar. Este receptor GPS tiene que colocarse en el exterior del vehículo, conectando otro cable más al BMS, lo que implica un problema añadido.

La parte más complicada y costosa del proyecto es la conexión del BMS con la electrónica del VRCC. Recuérdese que la unidad central de tiro y la centralita del motor no están diseñadas para tal conectividad. Por tanto, deberían actualizarse ambos softwares y compatibilizarlos con los sensores de plataforma del BMS, además de crear los puertos y buses de datos correspondientes. Adicionalmente, esto implica la conexión de dos nuevos cables al sistema, por lo que debería tenerse en cuenta en el diseño de distribución del cableado. Una vez conseguida la conexión, el BMS podrá obtener los datos del vehículo relativos a nivel de combustible, munición disponible, integración con el láser de la torre y sistema de avisos por avería, entre otros.

Como líneas futuras y una vez finalizado con éxito la instalación del BMS, sería recomendable la instalación de una pantalla repetidora del sistema de navegación del BMS en el

⁴⁰ En el caso del EAC 3/II se deberían adquirir 13 *tacter* 31D con todos sus elementos auxiliares.

puesto del conductor, evitando al jefe de vehículo la tarea de dar indicaciones al conductor para seguir una ruta o un itinerario. Relacionado con lo anterior, la instalación de un sistema de refrigeración para la *tablet*, mejoraría bastante sus prestaciones y alargaría su vida útil. Por último, la conexión de esta pantalla repetidora con el *tacter* debe realizarse de forma inalámbrica, mediante una red WIFI o bien mediante enlace *bluetooth*, evitando la adición de más cableado.

5. Conclusiones

Tras haber estudiado el Mando y Control como elemento clave de las operaciones militares modernas, la primera conclusión extraída es la importancia del desarrollo de nuevos Sistemas de Mando, Control y Comunicaciones que integren todos los elementos de obtención de información y permitan el enlace con todos los vehículos del despliegue, para garantizar la supremacía militar en todo el espectro del conflicto.

Además, el desarrollo de las telecomunicaciones civiles ha alcanzado un nivel tal que su aplicación en el campo militar supone una mejora taxativa de las capacidades de las unidades de Caballería. A este respecto, la implantación del BMS supone la puesta en marcha de una herramienta de apoyo al mando integral, capaz de aunar en un solo sistema las comunicaciones, la navegación, el control logístico y el apoyo al planeamiento. Todo ello inmerso en una red de Mando y Control estable y segura que facilita la conducción de las operaciones a nivel táctico.

Sin embargo, para llevar a cabo este proceso de implantación, hay que cumplir una serie de requisitos técnicos y operativos. En primer lugar, para instalar dicho sistema en el VRCC *Centauro*, hay que tener en cuenta el diseño del vehículo y el angosto espacio del interior de la torre. En segundo lugar, para disfrutar de todas las capacidades del BMS, se debe recurrir a un hardware que permita una fijación y una resistencia acordes con las inclemencias del combate, a la vez que disponga de una suficiente velocidad de procesamiento. En tercer lugar, se debe incrementar la capacidad de las transmisiones para permitir un ancho de banda que dé servicio a la red de BMS.

No todo se reduce a problemas técnicos. La implantación de un complejo C3IS en una unidad de combate implica un esfuerzo adicional en cuanto a la formación del personal. Debido a la dificultad de crear nuevos archivos de misión, actualizar el software y mantener el sistema, se debe contar con el apoyo de personal especializado en las unidades de Caballería.

Por último, un proyecto de implantación tan complejo requiere un esfuerzo económico elevado y la implicación de un equipo de trabajo multidisciplinar, que solucione los problemas de integración entre el BMS y el VRCC. Con todo ello, a medio plazo, se conseguirá certificar los GCLAC como unidades de combate modernas capaces de conformar Grupos Tácticos que basen el Mando y Control de las unidades en la red de réplica de datos, de forma estable y segura.

Bibliografía

- [1] Ejército de Tierra, *Empleo de las Fuerzas Terrestres (PD1-001)*. 2011.
- [2] Ejército de Tierra, “Plan MC3 ‘Plan de modernización de los Sistemas de Mando, Control y Comunicaciones del Ejército de Tierra’” 2015.
- [3] Ejército de Tierra, *Empleo de las pequeñas unidades de Caballería: Los grupos (PD4-2XX)*, vol. 2. 2016.
- [4] Ejército de Tierra, *Empleo de las Pequeñas Unidades de Caballería: los Escuadrones (PD4)*, vol. 2. 2016.
- [5] A. de Caballería, “Organización de la Caballería” pp. 1–26, 2016.
- [6] Ejército de Tierra, *Puestos de Mando y Oficial de Transmisiones (ACAB - TA - 002)*. 2012.
- [7] L. B. de C. y Tomás, *Arte del Buen Mandar Español*. 1944.
- [8] W. H. J. Manthorpe, “The emerging joint system of systems: A systems engineering challenge and opportunity for APL” *Johns Hopkins APL Tech. Dig. (Applied Phys. Lab., vol. 17, no. 3, pp. 305–313, 1996.*
- [9] J. M. Shalikashvili, “Joint Vision 2010” *Quality*, 1996.
- [10] F. Stein, J. Garska, and P. L. McIndoo, *Network-centric warfare: Impact on army operations*. 2000.
- [11] Ejército de Tierra, “Plan MC3 ‘Concepto CIS’” 2012.
- [12] AMPER Programs, *Manual de usuario SIMACET*.
- [13] Universidad Politécnica de Valencia, *Manual Operador FFT*. 2009.
- [14] J. Platas, “Sistemas de Mando y Control. Friendly Forces Tracking” 2016.
- [15] INDRA sistemas and Ministerio de Defensa, *Manual de Operación y Mantenimiento de 1º y 2º escalón BMS-Lince (MA-01)*. 2016.
- [16] M. F. and K. K. K. Goodchild, *NCGIA Core Curriculum in GIS*, National C. Santa Barbara, 1990.
- [17] A. Albar Bello, “Integración del BMS en la arquitectura del C3 de un Grupo de Caballería Ligero Acorazado” 2017.

ANEXOS

Anexo A. Descripción del VRCC *Centauro*⁴¹

El Vehículo de Reconocimiento y Combate de Caballería *Centauro* es un vehículo acorazado sobre ruedas de cuatro ejes. Su tripulación está compuesta por cuatro hombres: Jefe de Vehículo, Tirador, Conductor y Cargador, pudiendo además embarcar hasta cuatro exploradores, aunque ello presente el inconveniente de disminuir considerablemente el número de disparos transportados.

El VRCC se emplea principalmente para combatir objetivos blindados y acorazados proporcionando potencia de fuego a las Unidades ligeras de Caballería. Pero también para combatir blancos terrestres y aéreos con las ametralladoras de dotación. Puede combatir bajo ambientes contaminados, tanto de día y de noche, incluso en condiciones de puntería degradadas. El vehículo proporciona una considerable capacidad de combate, si bien la potencia de fuego es, sin duda, la característica más resolutiva del VRCC. Sus fuegos potentes, rápidos y precisos, están destinados a batir al enemigo a la mayor distancia posible, en el menor tiempo y con el mínimo consumo de munición.

La torre permite un giro de 360º, mediante accionamiento electrohidráulico y manual, está dotada de elementos de puntería para todo tiempo, telémetro láser, dirección de tiro y sistema de estabilización para el cañón.

Está dotado de un cañón de 105 mm, que constituye su armamento principal. Como armamento secundario, dispone de una ametralladora coaxial y una o dos (según modelos) ametralladoras en el techo de la torre, todas ellas de 7,62 mm. Este armamento se complementa con ocho tubos lanza-artificios de 76 mm. Ofrece una alta probabilidad de impacto al primer disparo, tanto parado como en movimiento, sobre blancos fijos o móviles.

Sus elementos de observación lo hacen especialmente apto para misiones de reconocimiento y aseguran un corto tiempo en la localización y designación de objetivos, acciones que se ven facilitadas, de manera especial, gracias a la estabilización independiente de las ópticas del Jefe de Vehículo y Tirador.

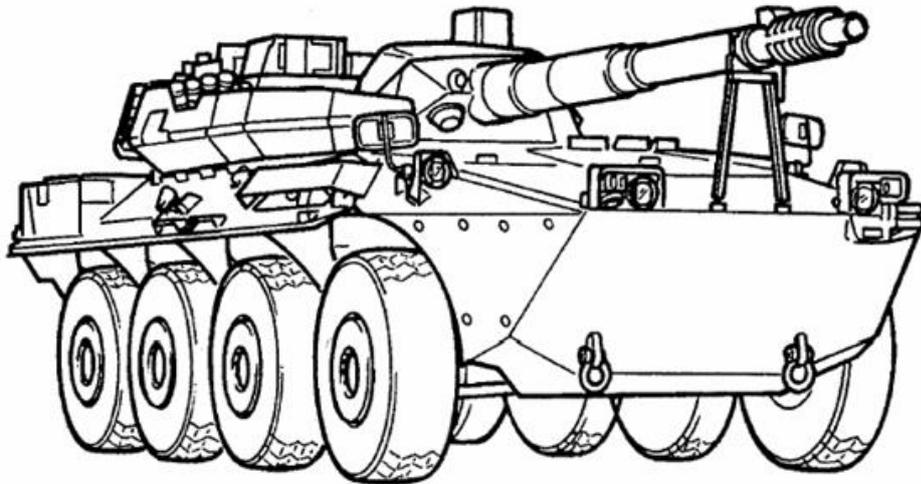
La protección se consigue mediante un blindaje convencional, de estructura soldada de acero balístico de alta dureza, configurado exteriormente con planos inclinados, y con posibilidad de acoplar el blindaje reactivo SABBLIR. El interior de la torre y del casco, está protegido con planchas de Kevlar que, ante el impacto de un proyectil aumentan las probabilidades de supervivencia de la tripulación.

Los sistemas para aumentar la capacidad de supervivencia de su tripulación, se completan con un sistema NBQ, que actúa mediante filtrado de aire y presurización del vehículo, y un

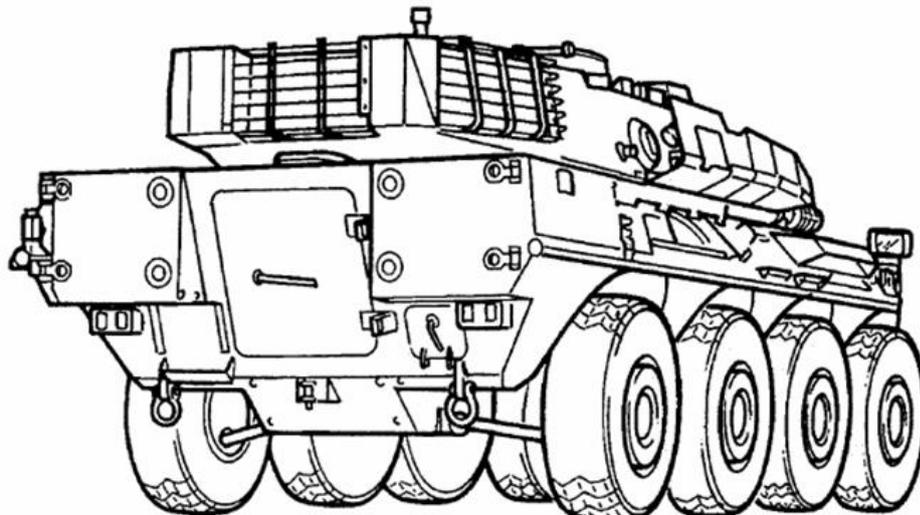
⁴¹ Para la elaboración del Anexo A —Descripción del VRCC *Centauro*— se ha consultado el “Manual de Empleo de VRCC *Centauro*” MIT-206 y el MI-201 “Tripulación de VRCC *Centauro*”.

sistema de extinción de incendios y antiexplosiones. En cuanto a las comunicaciones, está dotado de radios vehiculares digitales (de la familia PR4G) y un sistema de intercomunicación ROVIS.

Dispone de un motor FIAT de 520 cv que permite alcanzar una velocidad máxima de 105 Km/h, con tracción a los tres últimos ejes y la posibilidad de acoplamiento del primer eje a voluntad del Conductor. De los cuatro ejes, los dos primeros son direccionales, con la posibilidad de convertir el cuarto eje también en direccional, facilitando el aparcamiento y las maniobras complicadas a velocidades reducidas.



Plano fronto-lateral del VRCC



Plano trasero del VRCC

Anexo B. Descripción del PCBON⁴²

El Puesto de Mando de Batallón (PCBON) es un conjunto de estaciones de comunicaciones desplegables con capacidad para operar en movimiento. En él se gestiona la arquitectura y el empleo de los sistemas de Mando y Control. Es la base del Mando y Control para una unidad entidad Batallón o Grupo. Desde el PCBON, el Jefe de la Unidad se encuentra relativamente cerca del frente, mientras dispone de enlace con sus unidades subordinadas y con la unidad superior. Integra los sistemas de radio y Satélites Inmarsat. Los operadores puedan utilizar los diferentes sistemas de comunicaciones para trabajar como si estuviesen en las oficinas del acuartelamiento. Para ello, el PCBON dispone de un conjunto de herramientas como monitores, teléfonos inalámbricos, impresoras, *switches*, *tablets*, así como los equipos radios con sus correspondientes antenas.

El PCBON tiene la capacidad tanto de enlazar con unidades superiores a través del SIMACET, así como para enlazar con las unidades subordinadas, integrándose en la red de BMS. Para gestionar todo el tráfico de comunicaciones en un PCBON dispone del GESCOM, que determina qué señal (radio, mensajes, archivos) debe ir por cada plataforma y en qué prioridad.



Interior del PCBON. Terminal SIMACET-PU⁴³

⁴² Para la elaboración del Anexo B —Descripción del PCBON— se han consultado los apuntes del curso PCBON-FDC, de fecha 11 de junio de 2013.

⁴³ Fuente: Catálogo Ilustrado del PCBON sobre VAMTAC, AMPER PROGRAMS, 2013

Anexo C. Encuesta

Empleo:

Antigüedad:

Puesto Táctico:

Por favor, conteste a las siguientes preguntas sobre el grado de satisfacción con la implantación en su Unidad del *Battlefield Management System* (BMS). Se le pide que respondan con la máxima responsabilidad. Rodee la respuesta que considere más cercana a sus preferencias u opiniones. La encuesta es completamente anónima.

1. ¿Qué importancia cree que tiene la implantación del BMS para su Unidad?

- a. Máxima importancia. Debería ser una prioridad.
- b. Tiene mucha importancia.
- c. Relativa importancia.
- d. Poca o muy poca. Es algo innecesario.

2. ¿Cómo valora los resultados obtenidos hasta ahora en el proceso de implantación del BMS sobre VRCC *Centauro*?

- a. Muy positivamente.
- b. Positivamente.
- c. Regular.
- d. Negativamente.

3. ¿Cómo cree que será el rendimiento global del sistema, una vez se solucionen los problemas de instalación en el VRCC *Centauro*?

- a. Muy alto.
- b. Alto.
- c. Regular.
- d. Bajo o muy bajo.

4. ¿Qué nivel de confianza tiene en que dichos problemas se solucionen a corto o medio plazo?

- a. Muy alto
- b. Alto
- c. Bajo
- d. Muy bajo

5. ¿Cree usted que los problemas de implantación tienen una solución fácil?

- a. Tiene fácil solución.
- b. Entrañan cierta dificultad.
- c. Tiene mucha dificultad.
- d. No creo que se logre implantar con éxito el BMS sobre VRCC.

6. ¿Cree usted que es fácil la instrucción en el manejo de BMS?

- a. Sí. El sistema es muy intuitivo, en general.
- b. Es complicado en algunos aspectos, pero su empleo básico es sencillo.
- c. El sistema es muy complejo. Se necesitará un alto nivel de instrucción para sacarle rendimiento.
- d. No. Creo que no se le llegará a sacar partido al sistema.

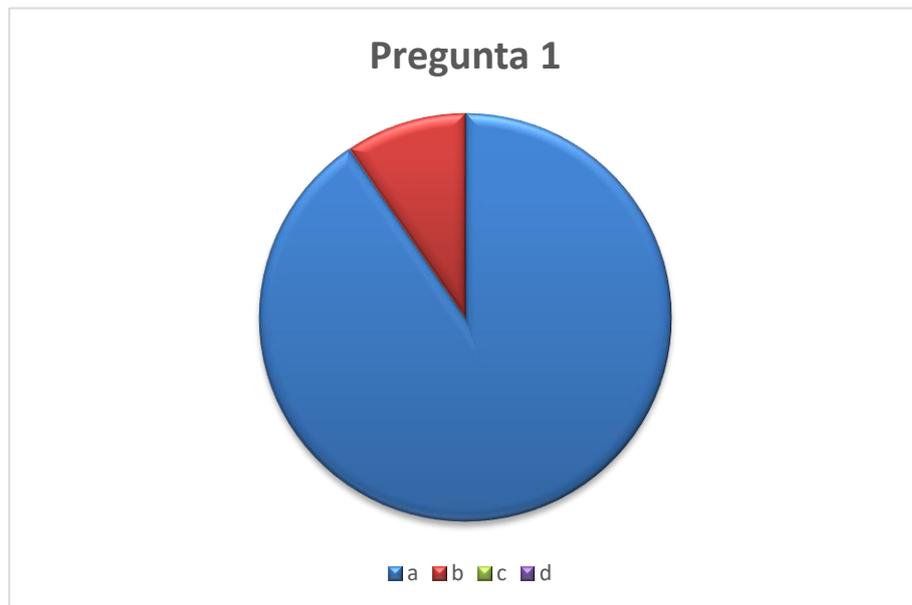
7. ¿Consideraría oportuno que se crease un equipo de trabajo para la implantación del BMS sobre VRCC Centauro?

- a. Sí, definitivamente.
- b. Bastaría con aumentar los recursos destinados al respecto.
- c. Considero que bastará sólo con las experiencias de la Unidad, poco a poco.
- d. No. Creo que el BMS no debería entorpecer el día a día de la Unidad.

Anexo D. Resultados de las encuestas

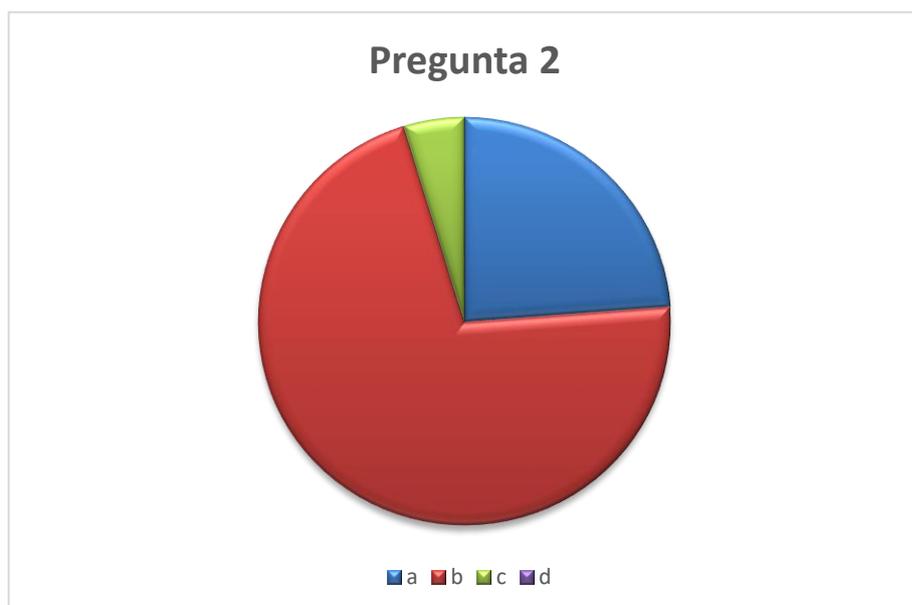
1. ¿Qué importancia cree que tiene la implantación del BMS para su Unidad?

	Total
a	19
b	2
c	0
d	0



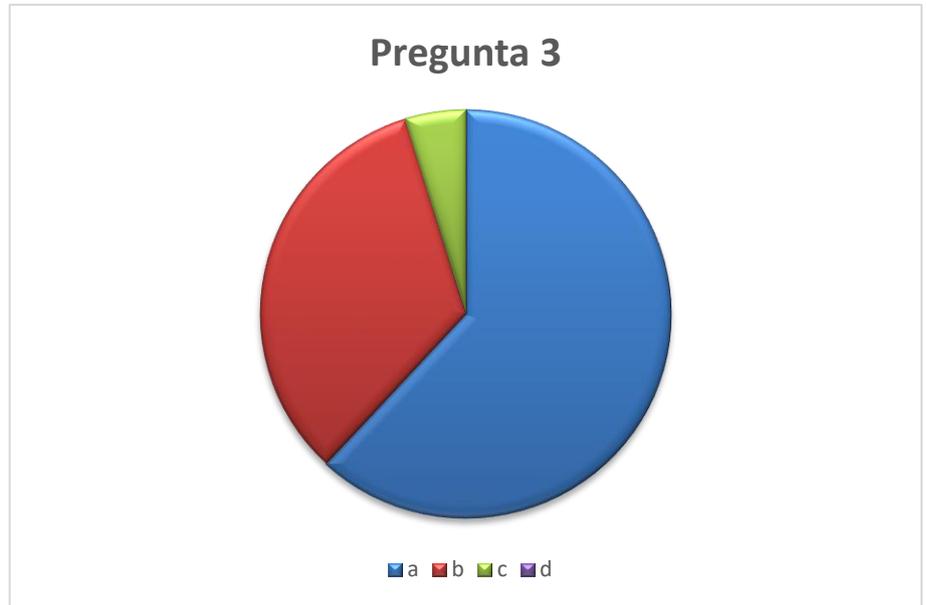
2. ¿Cómo valora los resultados obtenidos hasta ahora en el proceso de implantación del BMS sobre VRCC Centauro?

	Total
a	5
b	15
c	1
d	0



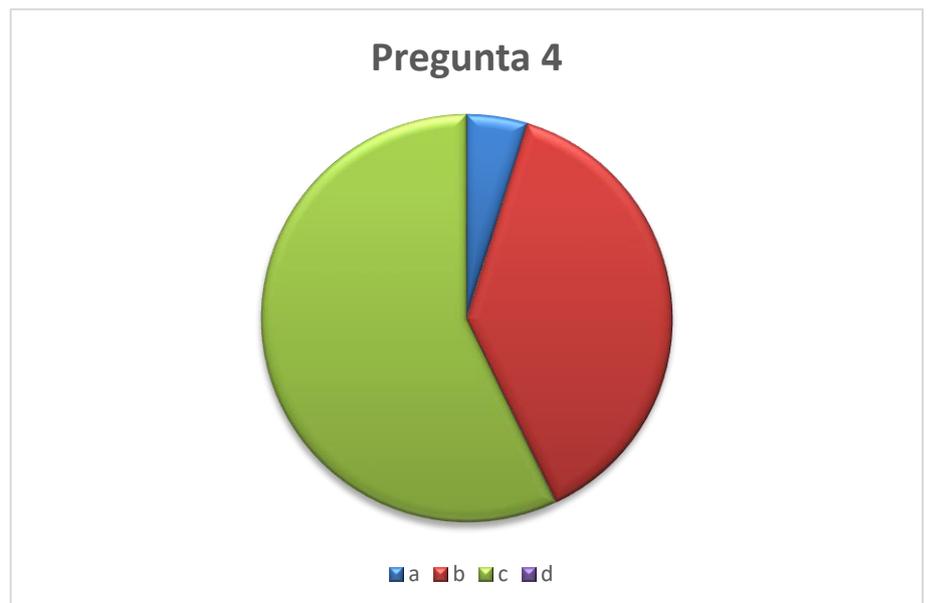
3. ¿Cómo cree que será el rendimiento global del sistema, una vez se solucionen los problemas de instalación en el VRCC *Centauro*?

	Total
a	13
b	7
c	1
d	0



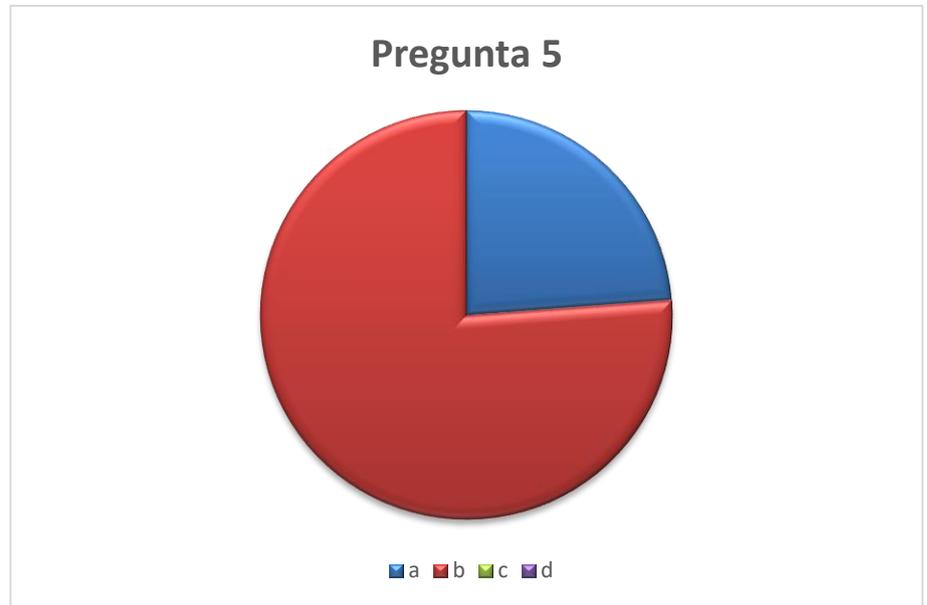
4. ¿Qué nivel de confianza tiene en que dichos problemas se solucionen a corto o medio plazo?

	Total
a	1
b	8
c	12
d	0



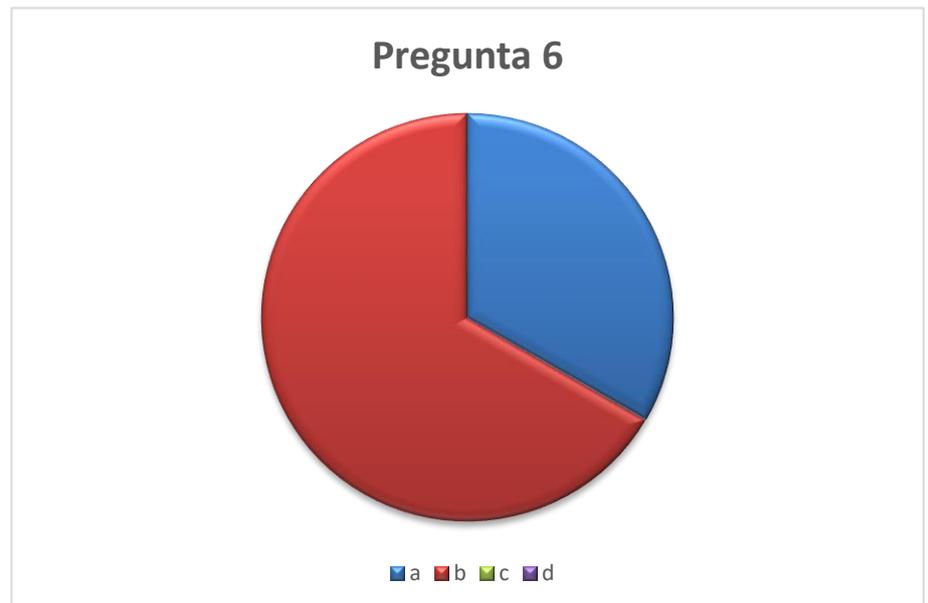
5. ¿Cree usted que los problemas de implantación tienen una solución fácil?

	Total
a	5
b	16
c	0
d	0



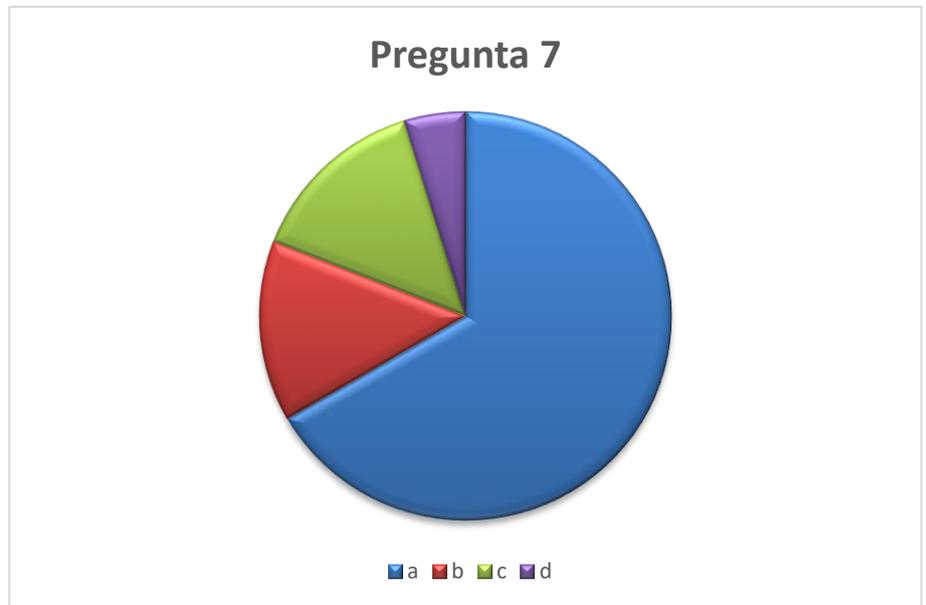
6. ¿Cree usted que es fácil la instrucción en el manejo de BMS?

	Total
a	7
b	14
c	0
d	0



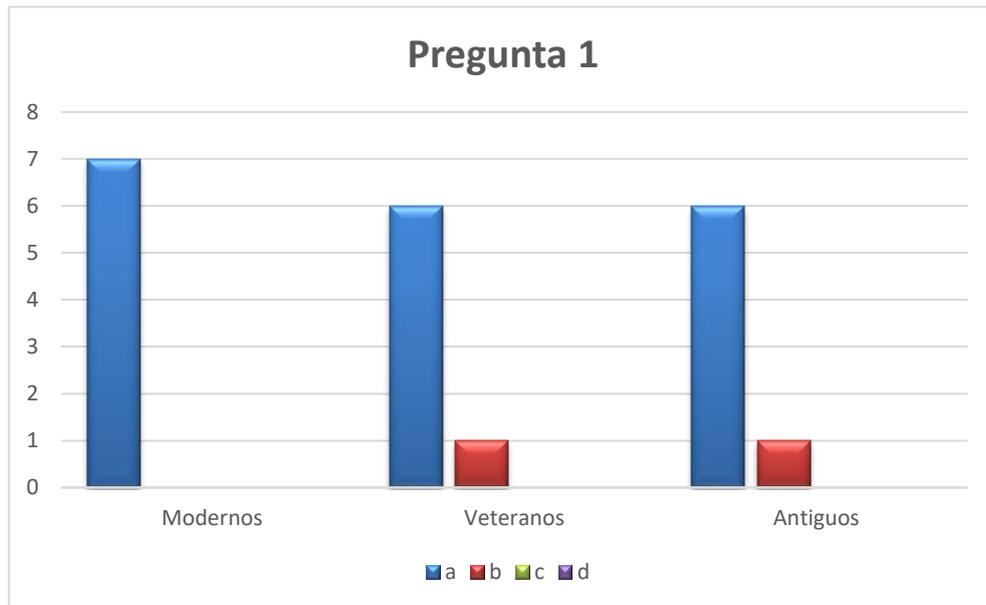
7. ¿Consideraría oportuno que se crease un equipo de trabajo para la implantación del BMS sobre VRCC Centauro?

	Total
a	14
b	3
c	3
d	1



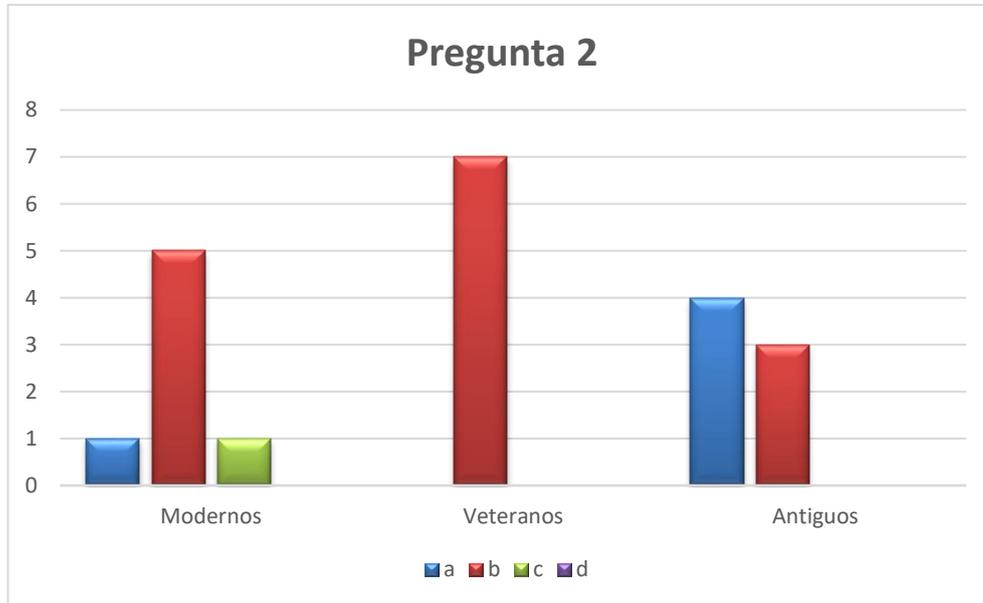
Anexo E. Estudio Estadístico

1. ¿Qué importancia cree que tiene la implantación del BMS para su Unidad?



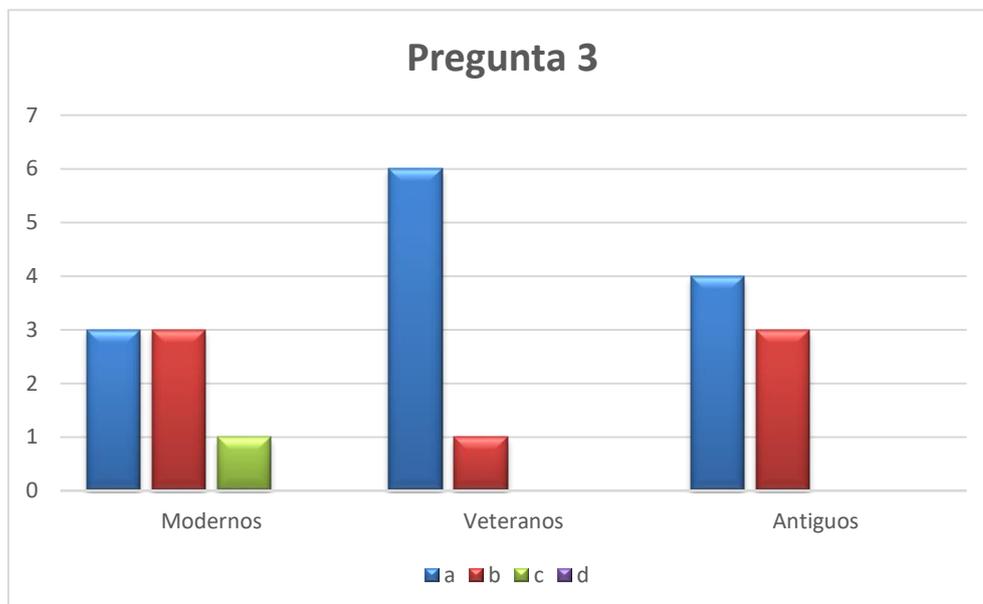
	Modernos	Veteranos	Antiguos
a	7	6	6
b	0	1	1
c	0	0	0
d	0	0	0

2. ¿Cómo valora los resultados obtenidos hasta ahora en el proceso de implantación del BMS sobre VRCC Centauro?



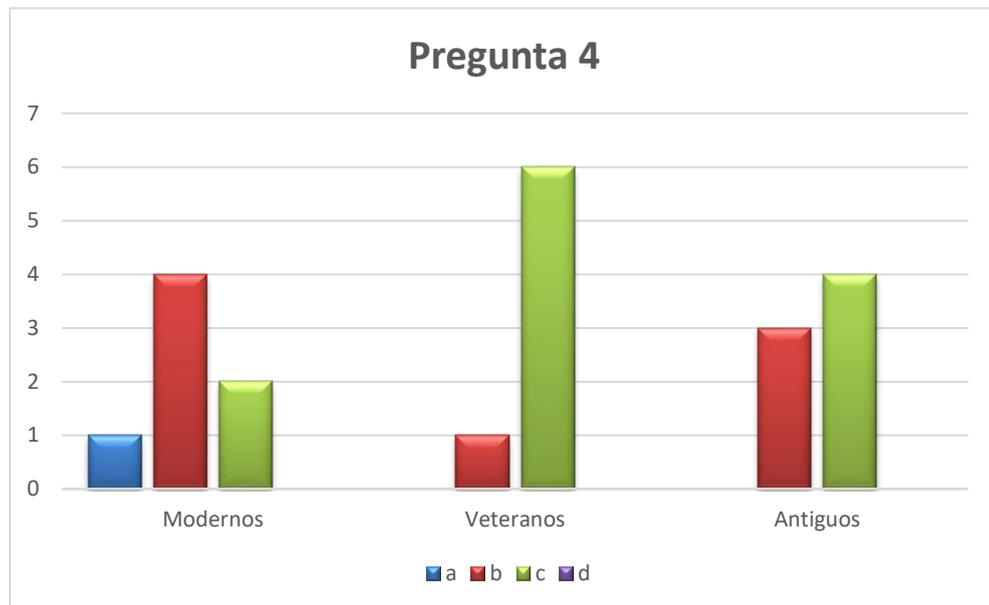
	Modernos	Veteranos	Antiguos
a	1	0	4
b	5	7	3
c	1	0	0
d	0	0	0

3. ¿Cómo cree que será el rendimiento global del sistema, una vez se solucionen los problemas de instalación en el VRCC *Centauro*?



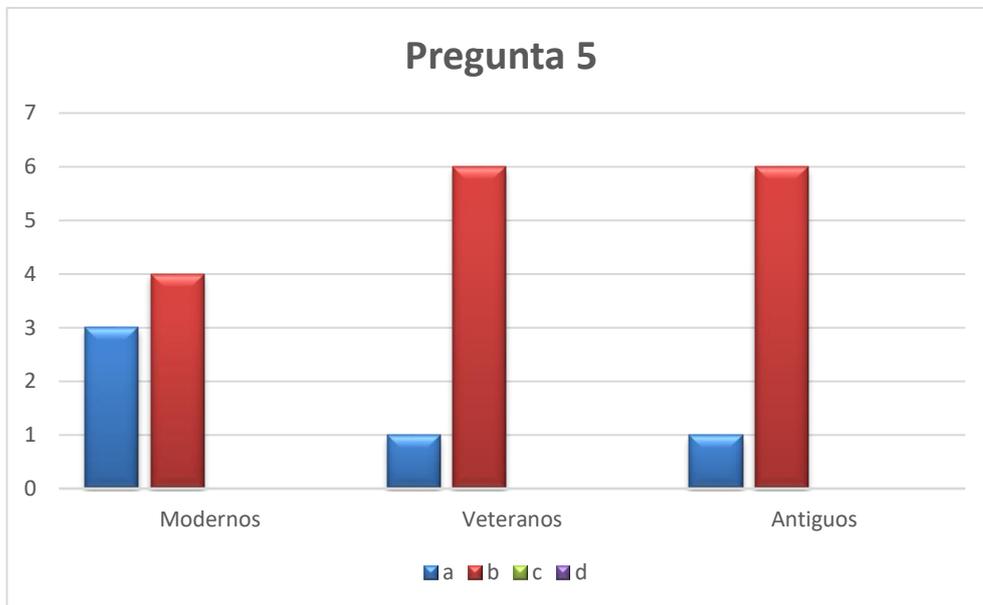
	Modernos	Veteranos	Antiguos
a	3	6	4
b	3	1	3
c	1	0	0
d	0	0	0

4. ¿Qué nivel de confianza tiene en que dichos problemas se solucionen a corto o medio plazo?



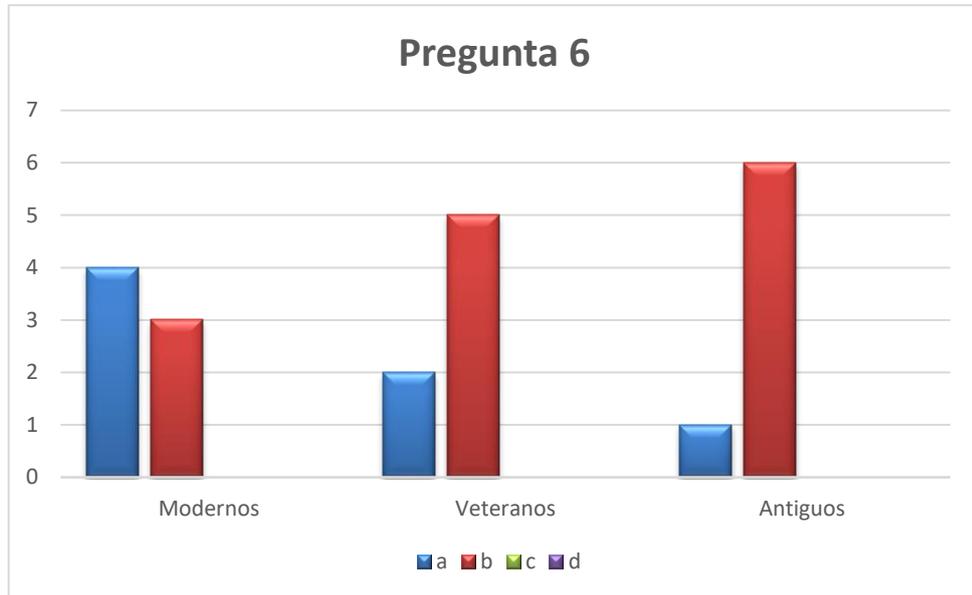
	Modernos	Veteranos	Antiguos
a	1	0	0
b	4	1	3
c	2	6	4
d	0	0	0

5. ¿Cree usted que los problemas de implantación tienen una solución fácil?



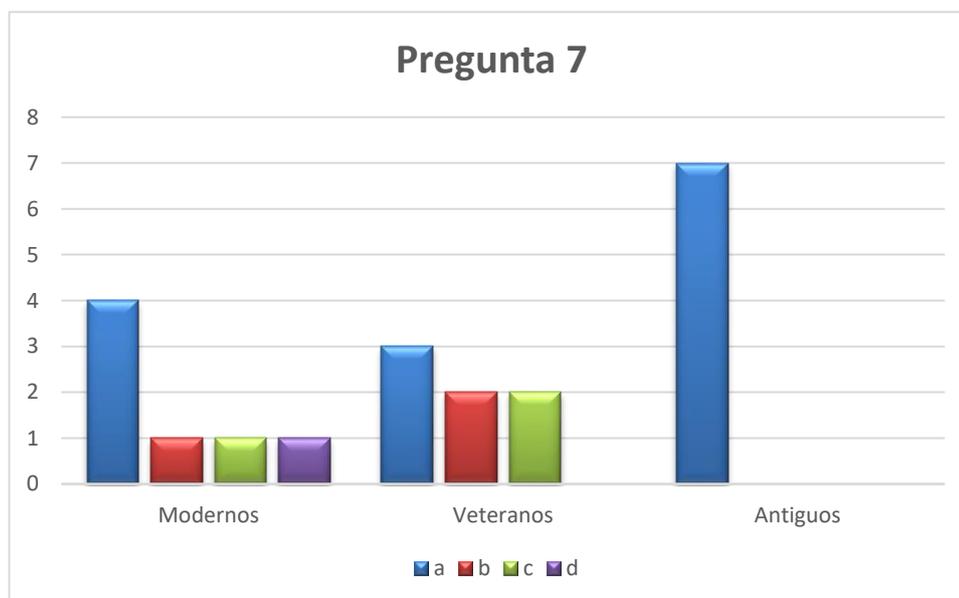
	Modernos	Veteranos	Antiguos
a	3	1	1
b	4	6	6
c	0	0	0
d	0	0	0

6. ¿Cree usted que es fácil la instrucción en el manejo de BMS?



	Modernos	Veteranos	Antiguos
a	4	2	1
b	3	5	6
c	0	0	0
d	0	0	0

7. ¿Consideraría oportuno que se crease un equipo de trabajo para la implantación del BMS sobre VRCC *Centauro*?



	Modernos	Veteranos	Antiguos
a	4	3	7
b	1	2	0
c	1	2	0
d	1	0	0

Anexo F. Entrevista

- 1) ¿Cuáles son los principales problemas en el proceso de implantación del BMS sobre VRCC *Centauro*?
- 2) En su opinión, ¿cómo está siendo la implementación y la integración del BMS en el RC *España 11*?
- 3) ¿Qué dificultades entraña la instalación del sistema en un vehículo que no ha sido diseñado para ello?
- 4) A su juicio, ¿Cómo se podría afrontar el problema de implementación del BMS?
- 5) Por último, ¿Cómo cree que cambiará el empleo de los VRCC *Centauro* debido a la introducción de este sistema de mando y control? ¿Cree usted que sólo se mejorarán sus capacidades o el sistema le otorgará unas nuevas?

**Anexo G. Despliegue
Funcional de la Calidad**

COMO'S

QUE'S

Dirección mejora

Importancia

	↑	↑		↑	↑	↑
	Memoria RAM (Gb)	Volumen del <i>tactec</i> (cm3)	Sistemas compatibles (Nº)	Coste (€)	Subsistemas que integra (Nº)	Parámetros que gestiona del vehículo (Nº)
Que se pueda instalar en el VRCC <i>Centauro</i>		9		6		3
Que sea interoperable con otros C2IS			9		1	
Que permita diversas funcionalidades	6			3	9	6
Que maneje datos del vehículo	3				3	9
Que se pueda configurar		3			3	
Que tenga gran capacidad de procesamiento	9			3		

BMS	BMS — LINCE	FFT	SIMACET	Objetivo	Ratio de mejora	Argumento de venta	Ponderación absoluta QUEs	Ponderación relativa QUEs (%)	Orden de importancia QUEs
2	5	3	2	4	0,5	1,5	3,75	25,83	1
4	4	2	5	4	1	1	3,00	20,67	3
3	4	2	3	4	0,75	1,2	3,60	24,80	2
1	4	1	0	3	0,333	1,5	1,50	10,33	4
2	3	2	4	3	0,667	1	0,67	4,59	6
3	3	2	3	3	1	1	2,00	13,78	5

Ponderación absoluta COMOs
Ponderación relativa COMOs (%)
Valoración técnica
Orden de importancia COMOs
BMS
BMS — LINCE
FFT
SIMACET

30,10	35,75	27,00	39,30	41,90	46,35
13,66	16,22	12,25	17,83	19,01	21,03
Gb	cm3	nº	€	nº	nº
5	4	6	3	2	1
4	825	9	4000	23	1
4	3600	9	16100	27	7
1	5250	2	13800	8	1
2	3750	12	17250	24	0

Objetivo técnico
Dificultad objetivo técnico

8	3000	9	15000	27	7
3	5	1	4	2	4