



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

ABASTECIMIENTO Y TRANSPORTE PREVENTIVO DE LA
MUNICIÓN DEL OBÚS 155/52 SIAC EN EL ÁMBITO DE LA
BRIGADA 2035

Autor:

CAC Alejandro Cuerda García

Director/es:

Director académico: Doctora Dña. Inés Caveró Peláez

Director militar: Capitán D. Joaquín Campillo López

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

Año

2019

RESUMEN

Abastecimiento y transporte preventivo de la munición del obús 155/52 SIAC en el ámbito de la Brigada 2035

El campo de batalla es reflejo de los repentinos cambios a los que se expone el mundo de hoy en día, con ello, la incertidumbre se ha convertido en un elemento común dentro de los planeamientos de las operaciones militares. En consecuencia, las técnicas y procedimientos han de adaptarse a estos cambios para afrontar los nuevos escenarios en los que van a desarrollar su actividad las Fuerzas Armadas.

En el ejercicio de la Artillería de Campaña como elemento de Apoyo de Fuegos a las unidades de maniobra, el planeamiento de los objetivos son fundamentales para calcular la cantidad de munición que va a ser requerida en la misión, sin embargo, la incertidumbre de la guerra obliga a pensar en los objetivos no planeados para los cuales se debe estimar una reserva de munición.

Las unidades logísticas han de estar pendientes de la demanda de munición de las unidades de Artillería de Campaña que estarán dispersas en el campo de batalla para enfrentarse a amenazas híbridas y asimétricas. Esta labor requiere disminuir la huella logística para aprovechar las capacidades del personal disponible y lograr mejores resultados con menos medios.

Por estos motivos el propósito de este proyecto es mejorar la eficiencia del proceso de abastecimiento y transporte de munición 155 mm a las unidades de obuses 155/52 SIAC. El estudio de un sistema que permita registrar la munición consumida en tiempo real será el centro de atención ya que se buscará la mejor solución para lograr el municionamiento y transporte preventivos.

ABSTRACT

Predictive's transport and supplying of the howitzer 155/52 SIAC ammunition in the field of Brigada 2035

The battlefield is a reflection of the sudden changes which the world confronts nowadays, therefore, uncertainty has become a common element within the process of planning military operations. Consequently, techniques and procedures must adapt to said changes in order to face new scenarios that the Armed Forces will partake in.

Within the use of Field Artillery as an element of Fire Support to the maneuvering or frontline units, target planning is fundamental in order to calculate the amount of ammunition required for the mission. Nonetheless, the uncertainty of war forces the consideration of unplanned targets, for which there should be an estimated ammunition reserve.

Logistic units must be aware of the ammunition demand by the Field Artillery, which will be dispersed throughout the battlefield to confront hybrid and asymmetric threats. This labor requires a decrease in logistical footprint for the sake of utilizing available personnel capacities and achieving the best results to a maximum with minimal means.

It is due to these reasons that the purpose of this project is to improve the efficiency of provisions and transportation of 155 mm ammunition to howitzer units 155/52 SIAC. The study of a system that will permit registration of consumed ammunition in real time will be the focus of attention given the search for the best solution to achieve supplying and preventive transport.

AGRADECIMIENTOS

Antes de comenzar con el estudio quisiera agradecer a todo el personal que se ha volcado en todo momento cuando he precisado por prestarme ayuda y atender a mis preguntas. A todos los miembros de la Brigada Almogávares VI, en especial al Teniente Alberto Piqueras Sáez, al Capitán Joaquín Campillo López, al personal del Segundo Escalón de Mantenimiento del Grupo de Artillería de Campaña y a mi directora Inés Caveró Peláez, a todos ellos por su tiempo y dedicación.

INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. SE MUESTRA DE MANERA ESQUEMÁTICA, CUALES VAN A SER LAS LÍNEAS GENERALES QUE SE VAN A SEGUIR EN ESTE TRABAJO.	2
ILUSTRACIÓN 2. ESCENARIO ACTUAL DE UN GRUPO DE ARTILLERÍA EN FUNCIÓN DE APOYO DE FUEGOS EN EL QUE SE ESTUDIAN LOS PROCESOS DE MUNICIONAMIENTO.	3
ILUSTRACIÓN 4. CENTRO LOGÍSTICO, CL	9
ILUSTRACIÓN 5. PROCEDIMIENTO DE PETICIONES	10
ILUSTRACIÓN 6. CONTENEDOR ESTÁNDAR	11
ILUSTRACIÓN 7	12
ILUSTRACIÓN 8	12
ILUSTRACIÓN 9	13
ILUSTRACIÓN 10	13
ILUSTRACIÓN 12	14
ILUSTRACIÓN 13	14
ILUSTRACIÓN 14	14
ILUSTRACIÓN 15: INTERIORILUSTRACIÓN 16: EXTERIOR	16
ILUSTRACIÓN 17: ENLACES	16
ILUSTRACIÓN 18: TERMINAL MANPACK TLX-5 DAMA/CDMA	20
ILUSTRACIÓN 19	20
ILUSTRACIÓN 20	26
ILUSTRACIÓN 21	27
ILUSTRACIÓN 22: HARDWARE GETAC B300 G6-33,8CM (13,3 "), WIN. 7 PRO 64 ,I7	28
ILUSTRACIÓN 23: ESQUEMA CDU[6]	39
ILUSTRACIÓN 24: COMANDO DATOS	39
ILUSTRACIÓN 25: MENÚ DATOS	40
ILUSTRACIÓN 26	41
ILUSTRACIÓN 27: PANTALLA SISTEMAS	42
ILUSTRACIÓN 28: HMS	42

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: ACRÓNIMOS¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

TABLA 2: COMPARATIVA..... 35

TABLA 3: DECISIÓN..... 19

TABLA 4:EVALUACIÓN CRITERIOS..... 37

TABLA 5:ALCANCE 37

TABLA 6:ANCHO DE BANDA..... 37

TABLA 7:TIEMPO DE INSTALACIÓN 37

TABLA 8:SEGURIDAD 38

INDICE DE ACRÓNIMOS

AJEMA	Almirante Jefe de Estado Mayor de la Armada
A/D	Apoyo Directo
ACA	Artillería de Campaña
AFT	Acción de Fuego Tipo
AHP	Analitic Hierarchy Process
AL	Apoyo Logístico
APU	Unidad Auxiliar de Potencia
Bía.	Batería
BMS	BATTLEfield Management System
BOP	Brigada Orgánica Polivalente
BRILAT	Brigada Ligera Aerotransportable
BRILEG	Brigada Ligera de la Legión
BRIPAC	Brigada Paracaidista
CDU	Unidad de proceso y de presentación e introducción de datos
Cía.	Compañía
CL	Centro Logístico
CM	Centro de Municionamiento
CMAV S/R	Centro de Municionamiento Avanzado Sobre Ruedas
CP	Commander Post
CUMAS	Cuadros de Mandos
DDN	Directiva de Defensa Nacional
EFCs	Número de disparos equivalentes
EM	Estado Mayor
FDC	Fire Director Center
GACAPAC	Grupo de Artillería de Campaña Paracaidista
GLBR	Grupo Logístico de Brigada
HMS	
HMS	Hydraulic Motion System
JEME	Jefe de Estado Mayor del Ejército
PD	Punto de Distribución
PEXT	Prácticas Externas
Pn.	Pelotón
RPAB	Ruta Principal de Abastecimiento
SIAC	Sistema Integrado de Artillería de Campaña
SIGLE	Sistema Integrado de Gestión Logística del Ejército
TMA	Tasa de Munición Autorizada
TMR	Tasa de Munición Requerida
TTP	Tácticas Técnicas y Procedimientos

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	ESTRUCTURA DE LA MEMORIA	1
1.2.	OBJETIVOS Y ALCANCE	1
1.3.	METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS.....	2
1.4.	ÁMBITO DE APLICACIÓN	2
2.	ESTUDIO DE LAS CAPACIDADES LOGÍSTICAS EN ACA	6
2.1.	APOYO LOGÍSTICO EN ACA	6
2.1.1.	MUNICIONAMIENTO EN UNA BATERÍA DE ACA	8
2.2.	CAPACIDADES DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LA BRIPAC.....	11
2.3.	ALTERNATIVAS PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS.....	16
2.3.1.	DE FDC DE BIA A CP RETRASADO.....	17
2.3.2.	REGISTRO DE LA MUNICIÓN EN EL OBÚS 155/52 SIAC.....	21
3.	TENDENCIAS.....	24
3.1.	PROYECTO HERMES	24
3.2.	APOYO LOGÍSTICO 4.0 (AL 4.0.).....	24
4.	PROPUESTA FINAL.....	26
5.1.	ORGANIZATIVA	26
5.2.	TÉCNICA.....	27
6.	CONCLUSIONES FINALES.....	30
7.	BIBLIOGRAFÍA	31
8.	ANEXOS.....	32
	ANEXO A. SECCIÓN DE MUNICIONAMIENTO EN LA CIA DE ABASTECIMIENTO	33
	ANEXO B. PLANEAMIENTO DE LA DEMANDA DE FUEGOS	32
	ANEXO C. CUADRO COMPARATIVO DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE	35
	ANEXO C. CLASIFICACIÓN DE RECURSOS LOGÍSTICOS.....	39
	ANEXO D. CUADROS HPS.....	35
	ANEXO E. ENTREVISTA CON GMV Y SANTA BÁRBARA SISTEMAS. ¡Error! Marcador no definido.	
	ANEXO F. SISTEMA DE GESTIÓN DEL TUBO CAÑÓN.....	43
	ANEXO G. CDU	33
	ANEXO H. PLACAS DE ARDUINO	44

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

Primeramente en la introducción se hablará del alcance del proyecto, se mostrará la metodología que se va a llevar a cabo junto con algunas herramientas que se van a emplear y se definirán algunos conceptos importantes para entender el ámbito de aplicación con la finalidad de contextualizar al lector.

Seguidamente se estudiarán las capacidades actuales del material logístico con el que cuenta la Brigada Almogávares VI para identificar los aspectos a mejorar de las mismas.

A continuación se ofrecerán diferentes propuestas organizativas y técnicas como conclusión de los apartados anteriores.

Finalmente se mencionarán algunas tendencias actuales y futuras que servirán como línea de acción de posibles futuros trabajos de investigación

1.2. OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo del trabajo es lograr la prevención del municionamiento mediante el estudio de las capacidades actuales para detectar qué aspectos se pueden mejorar. Se valorarán seguidamente diferentes alternativas que permitan establecer un sistema de prevención lo más eficiente posible.

También se verá la posibilidad de incorporar nuevos sensores en el obús 155/52 SIAC que permita realizar un registro instantáneo de la munición y poder comunicar el gasto que se tiene en tiempo real para que sirva de utilidad en la coordinación de las unidades de abastecimiento que se encargan del municionamiento.

Se pretende incorporar nuevas tecnologías para facilitar la gestión de la información generada ya que el trabajo se enmarca en el ámbito de la Brigada 2035. Se quiere, de esta manera, conseguir un abastecimiento preventivo, en el cual las unidades de apoyo logístico puedan anticiparse a las peticiones futuras reduciendo así la huella logística.

El estudio se va a centrar sobre todo en tres principales bloques:

- Se comenzará por estudiarlos elementos que intervienen en la actual red logística que permite abastecer de munición a nivel grupo de artillería de campaña en pequeñas operaciones a nivel táctico. En este estudio se llevará a cabo un análisis de las actuales capacidades disponibles en las unidades tipo Brigada y la forma de operar en cuanto al abastecimiento se refiere. En base a ello se tratará de obtener una solución que disminuya el coste del proceso actual.
- Se estudiarán las capacidades de transmisión utilizadas en el flujo de información de la red logística que se establece desde las piezas de la batería de armas hasta los elementos que van a distribuir la munición.
- Se estudiarán diferentes alternativas para llevar a cabo una prevención en el municionamiento y se llegará a proponer una solución final organizativa y técnica.

1.3. METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS

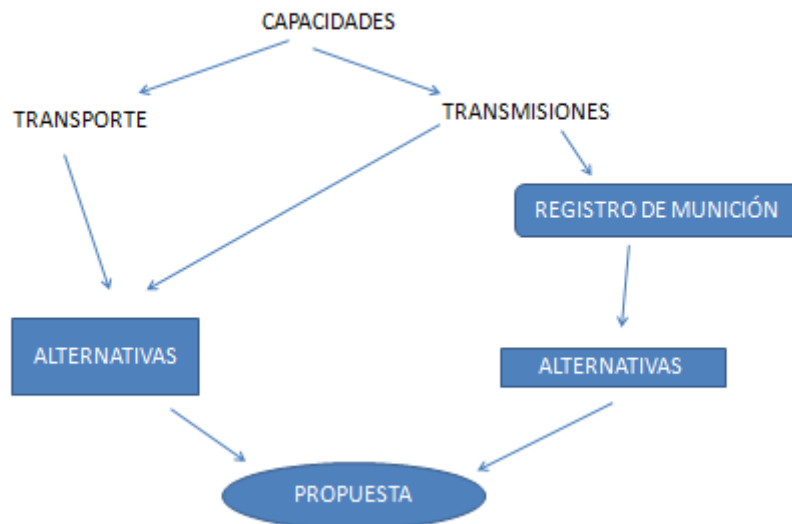


Ilustración 1. Se muestra de manera esquemática, cuales van a ser las líneas generales que se van a seguir en este trabajo.

Inicialmente se analizarán las capacidades de transporte actuales mediante cuadros comparativos para obtener como resultado el mejor medio de transporte de munición. Además, en base a la forma de funcionar de las unidades logísticas de una unidad tipo Brigada que tienen actualmente, se tratará de buscar un procedimiento que mejore la red logística de abastecimiento.

Esta mejora implica un estudio de la transmisión de datos entre los diferentes elementos que van a intervenir en el abastecimiento y transporte ya que sin estos, las peticiones y transmisión del estado de la munición con prontitud sería imposible. Como fruto de dicho estudio se mostrarán algunos sistemas de transmisión disponibles y se valorarán las diferentes opciones. La toma de decisión se realizará con ayuda del método Analitic Hierarchy Process (AHP).

También se analizarán las formas existentes de registrar la munición y en base a ello se propondrán diferentes alternativas de cómo lograr monitorizar el consumo de la misma para llegar a una propuesta que consiga proporcionar la prevención del municionamiento deseada.

1.4. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Antes de adentrarnos en el estudio, es necesario definir varios conceptos que van a estar presentes durante el trabajo. Debido a que el escenario en el que se va a contextualizar se trata de un Grupo de Artillería de Campaña (GACA) realizando la función de Apoyo de Fuegos de manera

intensa y continuada durante operaciones a nivel táctico, se proporcionará información sobre qué características y organización tiene la Artillería de Campaña, dónde se enmarca y cuál va a ser el sistema de armas productor de las acciones de fuego que se va a tratar en este trabajo.

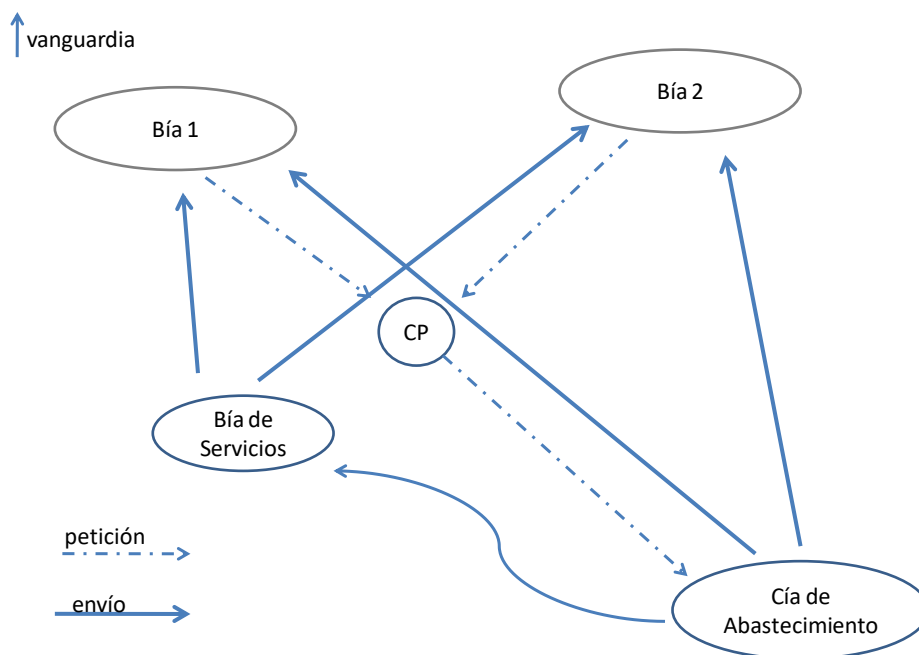


Ilustración 2. Escenario actual de un Grupo de Artillería en función de Apoyo de Fuegos en el que se estudian los procesos de municionamiento.

En la ilustración 2 se muestra el escenario actual en el que se van a precisar ciertos cambios para mejorar los procesos de municionamiento. Este escenario cuenta con dos baterías (Bía) de armas de obuses 155/52 SIAC, las que habrán de ser abastecidas, un Commander Post (CP) del GRUPO siendo éste el jefe del grupo junto con otros oficiales encargados de planear la logística entre otros, una Batería de Servicios y la Compañía de Abastecimiento, fuente de munición.

Además, se supondrá que la Compañía de Abastecimiento tiene en sus centros de municionamiento (CM) la munición ya adquirida de los polvorines correspondientes, sin entrar en las redes logísticas de transporte de munición a nivel internacional.

Brigada Orgánica Polivalente (BOP)

Debido a la constante evolución del Ejército y en base a diferentes estudios de analistas basados en organizaciones de ejércitos de otros países y en las nuevas exigencias a las que se enfrentan las Fuerzas Armadas, mediante la Directiva de Defensa Nacional (DDN), se desarrolló la Directiva 08/12 por parte del Jefe de Estado Mayor del Ejército (JEME) en la cual se definen las Brigadas Orgánicas Polivalentes. Estas han de tener capacidades ligeras, acorazadas y mecanizadas de tal forma que combinen la potencia de combate, adaptabilidad a diferentes entornos y capacidad de proyección al mismo tiempo.

Por lo tanto, las BOP's suelen albergar todas las especialidades fundamentales del Ejército de Tierra, y por ello cuentan con una unidad de apoyo de fuegos de Artillería, normalmente de entidad Grupo.

Actualmente, la Brigada Almogávares VI de Paracaidistas es una de ellas y tiende a organizarse como una BOP, en la que se encuentra el Grupo de Artillería Paracaidista (GACAPAC). El trabajo de investigación se desarrolla durante un período de 6 semanas de estancia en dicha unidad.

Finalidades de la Artillería de Campaña (ACA)

La principal función de la Artillería de Campaña es la función de combate apoyo de fuegos, esta tiene como finalidad llevar a cabo un conjunto de actividades a través de medios productores de fuego contra objetivos en apoyo a las operaciones. Se denomina sistema de apoyos de fuego al conjunto de medios materiales y humanos que bajo la misma Doctrina y procedimientos materializan esta función.

La finalidad general es quebrantar al enemigo mediante acciones de fuego produciendo efectos materiales y morales para disminuir su capacidad combativa y el espíritu de lucha de tal forma que se favorezca la maniobra propia. La ACA actúa en tres diferentes niveles:

1. Estratégico: trata de producir un fuerte efecto psicológico, disminuir la actividad económica, dificultar la movilización y el despliegue de las fuerzas enemigas y colaborar a la protección estratégica.
2. Operacional: aísla la zona de combate facilitando el desarrollo de las operaciones, atacando y destruyendo el Centro de Gravedad del enemigo; los objetivos que se consideran vitales para anular las capacidades enemigas.
3. Táctico: proporciona apoyo y protección a las organizaciones operativas.

Organización funcional de las unidades de ACA en unidades tipo Brigada

La Brigada dispone, generalmente, de un Grupo de ACA orgánico con la misión táctica de proporcionar Apoyo Directo a la Brigada (A/D) por lo que necesitan una organización que se adapte a las necesidades de la Brigada estableciéndose un enlace íntimo con las unidades de combate de la misma, de tal forma que sus métodos y procedimientos estén integrados con la forma de actuación de la Unidad a la que proporcionan apoyo. Para ello, sus materiales requieren:

1. Similar movilidad táctica (por ejemplo: GACAPAC de la BRIPAC, única unidad de artillería paracaidista)
2. Cadencia elevada
3. Gran precisión
4. Amplios sectores de tiro
5. Fácil municionamiento
6. Variedad de municiones

Se observa que una de las necesidades del GACA es tener un fácil municionamiento para poder cumplir la misión. Más adelante, el estudio se

Abastecimiento y transporte preventivos de la munición del obús 155/52 SIAC

centrará en los apoyos logísticos que recibe un GACA según la Doctrina actual, realizándose un análisis de las capacidades con las que cuenta, los procedimientos actuales y lo que ello implica, como nuevos sistema o formas de trabajar, para proponer mejoras en el sistema de abastecimiento actual.

Obús 155/52 SIAC

Sistema Integrado de Artillería de Campaña (SIAC): Consiste en una pieza de Artillería remolcada con un tubo de 155 mm de calibre y 52 calibres de longitud, mediante su unidad auxiliar de potencia (APU) puede desplazarse de forma autónoma sin la necesidad de ser remolcada, con un peso de 12,9 Toneladas. En cuanto a su montaje es bimástil, cierre de tornillo, recuperador hidroneumático y freno hidráulico con mecanismo variable de retroceso.

La dotación está formada por un Jefe de Pieza, normalmente será el Sargento y cinco sirvientes, siendo variables.

Este sistema se denominará de ahora en adelante pieza, refiriéndose a pieza de artillería. Esta va a suponer uno de los objetos de estudio debido a que es el elemento productor de fuego necesario para la función apoyo de fuego siendo su cadencia de fuego de 8 disparos/minuto.

Brigada 2035

Actualmente la Brigada Rey Alfonso XIII, II, de la Legión está sirviendo como laboratorio experimental para este proyecto que pretende incorporar en todas las Brigadas del Ejército de Tierra nuevos modelos de Tácticas Técnicas y Procedimientos (TTP)¹ basados en tecnologías de última generación como inteligencia artificial, robótica, tecnologías de la información entre otras, con la finalidad de lograr una mayor potencia de combate con menos personal (en torno a 2800 miembros). El objetivo es conseguir un Sistema de Combate Integral, dotándose de capacidades de manera global para lograr, entre otros objetivos, uno de los aspectos clave del proyecto que es la Función de Mando y Control otorgando mayor velocidad y precisión a las operaciones en el campo de batalla.

Otro aspecto clave que se considera es trabajar en sintonía con las empresas terrestres y las universidades compartiendo información sobre las necesidades de defensa para lograr una mayor rapidez en la innovación y adquisición de nuevas tecnologías necesarias para el Ejército, fomentando así la industria nacional y mejorando además las capacidades del Ejército.

En cuanto a la Artillería de Campaña se refiere, uno de los objetivos a alcanzar en el ámbito de la Brigada 2035 es que las Baterías de Armas puedan actuar más separadas entre ellas, llegando a distancias de entre 30 y 40 km entre baterías, con el fin de realizar un apoyo de fuegos de forma más quirúrgica y aumentando notablemente la autonomía logística de estas.

¹ TTP: Tácticas Técnicas y Procedimientos que se van adquiriendo de las experiencias en combate mediante análisis de juicios críticos y se encuentran archivadas en diferentes manuales. Éstas permiten actuar y reaccionar ante diversas situaciones ya contempladas y estudiadas previamente. Cada ejército tiene las suyas propias.

2. ESTUDIO DE LAS CAPACIDADES LOGÍSTICAS EN ACA

En este capítulo se estudiarán las capacidades logísticas y procedimientos actuales concernientes al municionamiento de las unidades logísticas que apoyan a una unidad tipo Grupo de Artillería de Campaña con el fin de mejorarlas. Para ello se comenzará mencionando las bases del apoyo logístico en este tipo de unidades, características que son importantes conocer debido a la naturaleza del recurso que se está transportando, munición del calibre 155 mm. Al tratarse de un recurso crítico de clase V (Anexo A) y teniendo en cuenta las características de la Artillería de Campaña que lo demanda, es necesario mencionar los problemas a los que se exponen las unidades de apoyo logístico.

El problema que se plantea, distribuir la munición a unidades de ACA, está sujeto a dos grandes elementos condicionantes en todo momento: la dispersión de las unidades en el campo de batalla (teniendo en cuenta que estas se mueven para cambiar de asentamiento) y el municionamiento en sí (planeamiento de itinerarios, logística implicada en el transporte, etc)

2.1. APOYO LOGÍSTICO EN ACA

La capacidad operativa de la ACA depende altamente de la efectividad del apoyo logístico. Además, particularmente el abastecimiento de la munición supone un factor crítico de la ACA puesto que ésta demandará munición al momento, en un lugar determinado y en unas cantidades que dependerán del instante concreto.

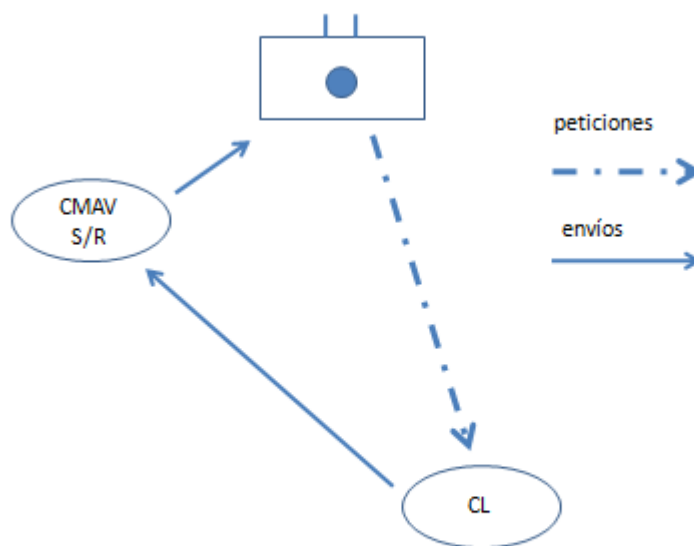


Ilustración 3. Unidad de apoyo logístico externo

En la ilustración 3 se muestra un esquema del abastecimiento de munición de un GACA por parte de la unidad de apoyo logístico externo

perteneciente a la Brigada, el Grupo Logístico de Brigada (GLBR), quien organiza el Centro Logístico al cual llegan las peticiones de munición.

Para cumplir con la misión, el apoyo logístico en la ACA ha de cumplir con las siguientes características:

- Elevado grado de previsión, minucioso planeamiento y coordinación en la ejecución.
- Capacidad de adaptación a todo tipo de terrenos y climatologías.
- Alto grado de eficacia teniendo en cuenta la elevada dispersión de los componentes de las Unidades de ACA.
- Alta capacidad de transporte, especialmente para abastecimiento de munición.

Debido a que la ACA proporciona la mayor parte de los apoyos de fuegos, el volumen y peso de la munición a transportar es mucho mayor que cualquier otro recurso en el espacio de batalla. Esto es un factor que el Jefe de ACA tiene en cuenta y por ende es esencial en el planeamiento. Además, las unidades de ACA se encuentran normalmente muy dispersas por el campo de batalla, lo que supone un inconveniente a superar por el sistema de apoyo logístico. Otro factor a tener en cuenta es que la ACA no puede encontrarse en reserva², ya que el Mando puede recurrir a ella en cualquier momento para intervenir directamente en la batalla por lo que exige una forma continua de apoyo logístico. Debido a estas razones, el apoyo logístico ha de ser continuo, por lo que las unidades de municionamiento (Bía de Servicios y Cía de Abastecimientos en la ilustración 2) deben de estar continuamente informadas de la situación y estado de las baterías de armas (Bía1 y 2 en la misma ilustración) y la munición consumida.

La función logística de abastecimiento tiene como finalidad, mediante el empleo de un sistema integrado de gestión logística, lograr la coordinación entre los componentes que forman la red y las unidades apoyadas, en este caso de Artillería de Campaña, con independencia de su localización geográfica y sus dependencias orgánicas y funcionales. Esto quiere decir que la unidad de abastecimiento debe de adaptarse a las demandas de munición del GACA en todo momento para mantener la continuidad de apoyo de fuegos. Sin embargo, las unidades de abastecimiento se enfrentan al problema de que las demandas de munición en tiempos de guerra, son difícilmente previsibles, ya que la guerra misma tiene esta naturaleza.

Teniendo en cuenta el contexto del problema de municionamiento y las limitaciones presupuestarias de las unidades, se planteará una solución factible basada en los medios actuales que optimicen los costes de la distribución de la munición 155 mm.

² Reserva: táctica o estratégica. Se trata de un estado en el que las fuerzas propias, normalmente situadas en escalones a retaguardia, se encuentran disponibles para ser empleadas en diversas maniobras que se consideren oportunas como un contraataque o explotación del éxito. No tienen cometido asignado, han de constituir la reserva.

Se plantea mejorar el sistema integrado de red logística de tal forma que las peticiones de munición lleguen a los puestos de mando en tiempo real con información adicional que ayudará a las unidades logísticas a prevenir el municionamiento.

La demanda de la munición de las baterías de un Grupo conlleva un proceso de planeamiento elaborado (véase el Anexo B) en el que el flujo de la petición comienza por las Secciones de Operaciones e Inteligencia definiendo los objetivos tanto planeados como no planeados. Sin embargo, en una situación en la que los objetivos no planeados, para los cuales se mantiene una reserva de munición, se salgan del propio planeamiento, nos encontramos con un problema. Aparece una situación impredecible: nuevos objetivos no contemplados en el campo de batalla, para los cuales no hay reserva de munición, por lo que habría que comenzar de nuevo con el proceso de planeamiento descrito en el Anexo B para llegar a las peticiones oportunas. El resultado es que la urgencia inminente que estos nuevos objetivos requieren para ser alcanzados por la Artillería de Campaña produciría una demora temporal desde que se tramita la demanda (TMR) hasta que se aprueban (TMA). El tiempo que tarda la autorización puede suponer un cambio decisivo en el campo de batalla, incluso podría afectar a nivel estratégico. Es importante remarcar que uno de los objetivos de la Brigada 2035 es lograr mayor independencia logística de las Baterías de Armas, se pretende que éstas operen a mayor distancia entre sí en el campo de batalla de manera que las operaciones de Apoyo de Fuegos adquieran mayor precisión y por consiguiente se disminuya el volumen de fuegos.

Para ello se propone disminuir el tiempo de planeamiento requerido en la autorización de las peticiones de munición mediante un sistema que permita analizar en tiempo real al jefe de la Bía deservicios la demanda de fuegos y la posición de las Baterías. De esta forma se consigue un planeamiento anticipado a la autorización de manera que las unidades que vayan a realizar el transporte de la munición puedan estudiar de manera preventiva los itinerarios según dos condicionantes:

1. La batería que más munición está demandando
2. La cantidad de munición que se requiere

El municionamiento en una Batería de armas encuadrada en un GACA se realiza por medio de la Batería de servicios, la cual, bajo la responsabilidad de su jefe Capitán de la Batería, establece el punto de distribución (PD) donde reciben la munición por parte de la Sección de Municionamiento perteneciente a la Compañía de Abastecimiento. El Jefe de la Bía. de Servicios se encarga de la coordinación y dirección de las funciones logísticas que requieran apoyo externo. En este caso contaremos con el apoyo externo de la Cía de Abastecimiento.

2.1.1. MUNICIONAMIENTO EN UNA BATERÍA DE ACA

Actualmente el Jefe de la Bía. es el responsable de la dirección de todas las funciones logísticas incluyendo la coordinación con las necesidades que requieran apoyo externo. En cuanto al municionamiento, normalmente se

recurrirá a la Batería de Servicios del Grupo, en el caso de actuar de forma aislada, se recurrirá a refuerzos de personal y composición variable dependiendo de la misión pero manteniendo una dependencia logística de su GACA o en su defecto del Grupo Logístico de Brigada (GLBR).

La forma en la que actualmente se ejecuta el municionamiento en una Batería se basa en que la propia Batería junto con el Pelotón de Municionamiento transportan la munición que se va a utilizar, para ello ha de haberse elaborado el planeamiento correspondiente de las Acciones de Fuego Tipo (AFT), autorizadas por el correspondiente mando de la Sección de Inteligencia y Operaciones (Comandante S4 situado en la Plana Mayor de Mando del grupo). En el momento que los vehículos remolcadores del obús se quedan sin munición se recurre al Pelotón de Munición (Pn), una vez ésta última entidad se queda sin munición, deberá de acudir al Punto de Distribución, que quedará marcado por el Capitán de la Batería de Servicios. Una vez el Pn. De Municionamiento ha cargado la munición, la entrega podrá realizarse de dos maneras.

- Desplazamiento de vehículos de municionamiento al asentamiento de la Bía. y descarga sobre vehículos remolcadores del obús.
- La munición se transporta y almacena en un punto a cubierto³ cerca del Escalón de Fuego y los vehículos remolcadores de los obuses se acercan a dicho punto para cargar.

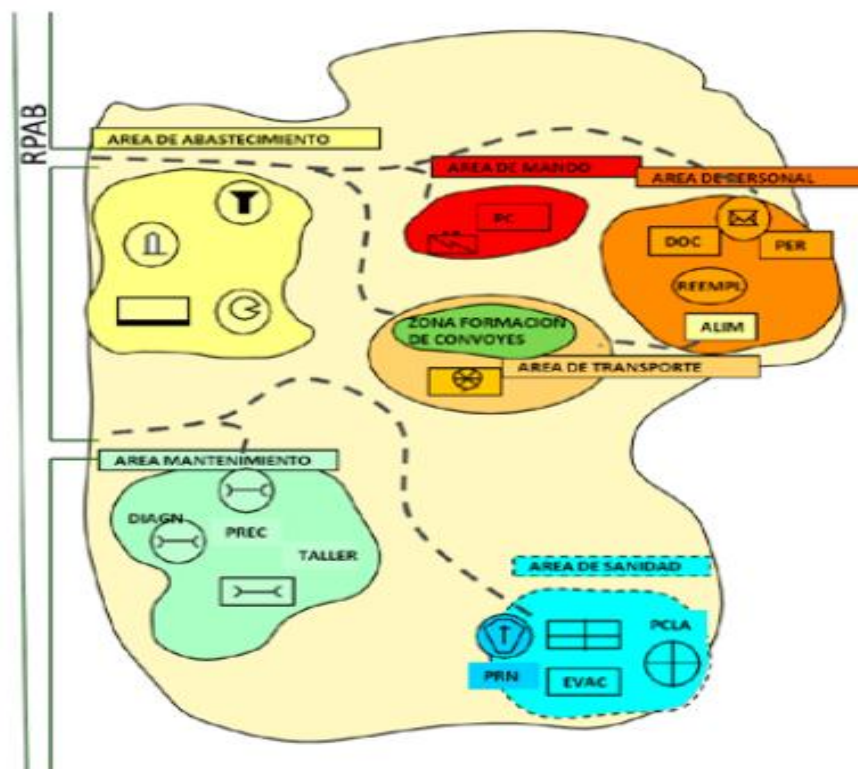


Ilustración 3. Centro Logístico, CL

³Punto a cubierto: lugar protegido no solo visualmente (en tal caso sería abrigo) sino también del fuego enemigo, ya bien sea por medios naturales o artificiales.

Por su parte, el GLBR procederá a organizar el Centro Logístico (CL) en el cual se encontrará, entre otras entidades, el Puesto de Mando del Jefe de la Compañía de Abastecimiento y el área de abastecimiento, en el que se encontrará, el centro de entrega de munición (ilustración 4). Este último está organizado por el jefe oficial de la Sección de Municionamiento quien maneja los recursos de clase V, en caso de munición 155 mm donde son cargados en los medios de transporte para ser distribuido a través de la Ruta Principal de Abastecimiento (RPAB).[1] Ver Anexo C (organización de Cía. de Abastecimiento)

El objetivo es llevar la munición a los Centros de Municionamiento Avanzados Sobre Ruedas (CMAV S/R) para facilitar la distribución de la misma dentro de los asentamientos del GACA. Como se muestra en la ilustración 5 las peticiones llegan al Commander Post (Puesto de mando del GACA quien aprueba las peticiones), de tal forma que sin la aprobación correspondiente, del órgano correspondiente en el CP, de la petición, no se ejecuta la distribución. El Jefe de la Batería de Servicios coordina con el jefe de la Cía. de Abto. (Capitán) los CM.

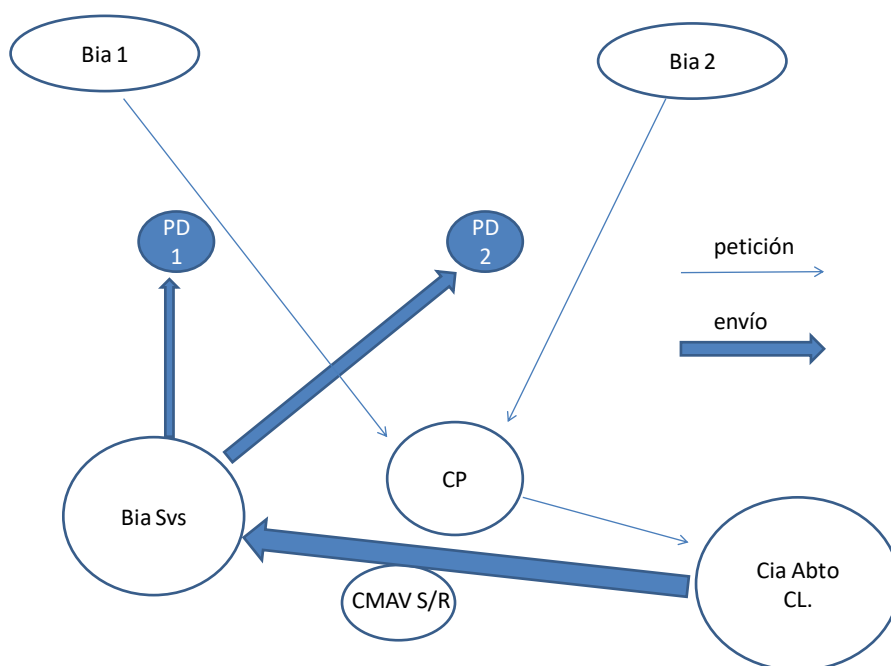


Ilustración 4. Procedimiento de peticiones

En la ilustración 5 se observa el procedimiento de peticiones actual, destacando que éstas pasan por el CP, para ser autorizadas por la entidad correspondiente (Comandante de Inteligencia y Operaciones de la Plana Mayor de Mando del Grupo) y así producirse los envíos. La Cía de Abto tratará de organizar el CMAV S/R los más cercanos a los asentamientos artilleros para facilitar la actividad de municionamiento de las baterías de armas. Por su parte, la Batería de Servicios planeará los Puntos de Distribución (PD) en función de las características de la situación táctica. Desde los PD se distribuirá la munición a las baterías.

Este procedimiento requiere la meticulosa coordinación y planeamiento de las entidades que van a distribuir la munición para determinar sobre el terreno cuáles van a ser los puntos de entrega.

Como se verá más adelante, se propone un nuevo modo de trabajo en el que las peticiones estén previamente autorizadas y las baterías de armas puedan realizarlas directamente a las unidades de abastecimiento. Este modo de operar se basa en una situación en la que las baterías están realizando acciones de fuego continuamente de forma intensa y la aparición de nuevos objetivos determina el consumo de la munición. Los Centros Directores de Fuego (FDC) de las baterías trabajan también en modo descentralizado, de tal forma que se lograría la autonomía logística pretendida en los objetivos de la Brigada 2035.

2.2. CAPACIDADES DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LA BRIPAC

A continuación se mostrarán diferentes contenedores y vehículos que están disponibles en la Brigada Almogávares VI para cometidos de transporte de munición.

1. CONTENEDOR ESTÁNDAR 20 PIES

En la ilustración 6 se muestra el contenedor de uso habitual con una capacidad máxima de carga de 30.480 kilogramos, estandarizado a nivel internacional y de uso habitual para recursos de todo tipo, sin embargo por la condición de la munición, este tipo de contenedores no está preparado para cumplir las condiciones de seguridad de almacenamiento de recursos de clase V.



Ilustración 5. Contenedor estándar

CONTENEDOR ISOTERMO 20 PIES

Contenedor isoterma de transporte y almacenamiento de recursos de clase V equipado con sistemas de seguridad y contra incendios (la imagen se muestra en la ilustración 7) que cumple con las condiciones de seguridad para ser empleado como polvorín de circunstancias gracias a su capacidad de almacenamiento y transporte de materiales peligrosos. Lleva instalado un grupo electrógeno que proporciona energía a los diferentes sensores que

detectan cualquier indicio de iniciación tanto de pólvora como cargas explosivas y activan el sistema contraincendios, además de poder medir y controlar los índices de temperatura, humedad y la tensión del sistema en voltios como se puede ver en la ilustración.



Ilustración 6

Los contenedores que se acaban de mostrar, el isoterma de 20 pies y el estandarizado de 20 pies requieren el uso de un vehículo portacontenedores. A continuación vemos sus capacidades:

Se trata de un camión con la capacidad de no solo transportar sino depositar y recoger contenedores de 20 pies mediante una grúa hidroneumática como se puede apreciar en la ilustración 8



Ilustración 7

2. VEHÍCULO DE TRANSPORTE DE MUNICIÓN

Este vehículo (ilustración 9) cumple con la normativa de homologación de vehículos capacitados para el transporte y almacenamiento de munición y explosivos por lo que es idóneo para el uso en la distribución de munición 155mm a pesar de que no lleva instalado sistemas activos contraincendios. Además cuenta con una grúa que funciona mediante un brazo hidráulico y dos apoyos para facilitar su manejo de manera remota mediante mandos para cargar y descargar la munición. También incluye una variedad amplia dentro

del remolque de ganchos y uñas para poder fijar la munición mediante cintas de anclaje.

La TARA de este vehículo es de 11.625 kg y su Masa Máxima Autorizada es de 18.000 kg lo que hace un total de 6.375 kg de carga útil.



Ilustración 8

3. IVECO- PEGASO M.250.37W DE CARGA GENERAL

El siguiente vehículo (ilustración 10) no cumple con la normativa anteriormente nombrada por lo que en el caso de ser empleado en el transporte de munición de artillería 155 mm habría que ensamblarla mediante palés y se podría hacer de manera eventual ya que se estaría incumpliendo con la normativa. Sólo para casos de extrema necesidad si no queda otra alternativa.



Ilustración 9

4. REMOLQUE DE ALMACÉN Y TRANSPORTE

Se trata de un remolque (ilustración 12) estandarizado con la normativa de la OTAN y homologado por el Ministerio de Industria con el que cuenta la Brigada Almogávares VI y está capacitado de almacenar 2 Tn de carga útil de manera segura ya que cumple con los requisitos de la normativa. Es hermético con doble pared, manguera con freno neumático y rueda de repuesto.



Ilustración 10

5. IVECO-PEGASO M.250.37WM ARRASTRA PIEZAS Vehículo (VET)

Vehículo (ilustración 14) empleado en el transporte remolcado del obús 155/52 SIAC con capacidad de transporte de munición 155 mm mediante 32 alveolos repartidos en los laterales de la parte trasera del vehículo, 4 santa bárbaras de 8 alveolos (ilustración 13) a cada lado. Cuenta con la homologación requerida para el transporte de dicha carga.



Ilustración 11



Ilustración 12

Conclusiones de los medios de distribución:

Una vez expuestos los diferentes medios de los que dispone la Brigada Almogávares VI es preciso seleccionar los más óptimos para el transporte de la munición. Por ello se va a recurrir a un cuadro comparativo en el que se muestran los requisitos más críticos que deben de cumplir. El cuadro comparativo (Anexo D) se ha realizado bajo la condición de que la demanda de munición es del proyectil rompedor estándar M107 155mm con un peso de 43,2 kilogramos, de los cuales el 15,8% es explosivo compuesto por TNT⁴ y C1⁵.

⁴ TNT: trinitrotolueno, es un producto químico amarillento y cristalino que es utilizado comúnmente en la industria y en el ámbito militar por sus propiedades explosivas para realizar detonaciones.

⁵ C1: también conocido como explosivo plástico, maleable y muy estable

Mediante el cuadro comparativo se observa que los medios que mayor índice de aprobación tienen, de mayor a menor, son:

- 1º Vehículo de transporte de munición
- 2º Remolque almacén
- 3º VET

Hay que tener en cuenta que éste último vehículo es el remolcador de la pieza y sirve de transporte para sus operadores, por lo que se emplea siempre cercano a la pieza, esto quiere decir que se trata de un vehículo que por razones operativas no está diseñado para abandonar las proximidades de la pieza e ir a un punto de distribución para municionarse, además que sólo tiene una capacidad de 16 proyectiles. En definitiva, este vehículo queda descartado para ser empleado en la distribución de munición del calibre 155/52, desde los puntos de distribución a las piezas de las baterías.

En segundo lugar, el medio más adecuado es el remolque almacén, este tiene una capacidad de carga útil de 2 Toneladas, lo cual se traduce en 40 proyectiles apilados unos encima de otro bajo unas condiciones de seguridad apropiadas y certificadas. Este medio tiene el problema que necesita un camión de transporte, implica un vehículo para su uso. Por otro lado, al ser un remolque, la versatilidad en el desplazamiento tampoco puede ser muy alta, ya que puede llegar a desengancharse por los accidentes del terreno.

En primer lugar se encuentra el camión de transporte de munición, cumple con las capacidades adecuadas para transportar el número suficiente de proyectiles hasta las baterías (147 proyectiles). Además cumple con los requisitos de seguridad que permiten a este camión ser empleado en el transporte de materiales peligrosos como explosivos y munición. Por otro lado, tiene un alto nivel de capacidad táctica debido a su diseño compacto y todo terreno.

En definitiva, el camión de transporte de munición es el más adecuado para la distribución de proyectiles M107 155 mm, teniendo en cuenta que el transporte ha de realizarse desde el centro logístico establecido por la unidad de apoyo logístico hasta el punto de distribución que el capitán de la Bía de servicios coordine. Además, tiene un gancho remolque en el que podría ir enganchado el remolque almacén pudiendo incrementar la capacidad de carga en 2 tn más. Los dos muestran en la Ilustración 11 e Ilustración 14

Sobre el camión de transporte de munición cabe destacar que sólo tienen una unidad en la Brigada Almogávares VI, está recién adquirido con un uso de tan sólo 37 km, este vehículo no se emplea actualmente en operaciones de transporte. Su adquisición por el momento no ha sido empleada en operaciones de transporte.

Por último, también se propone que el contenedor isoterma (ilustración 15) sea utilizado por la Compañía de Abastecimiento como medio para almacenar la munición (polvorín de circunstancia) en el Centro Logístico pudiendo ser desplazado a puntos más cercanos de la Línea de Piezas si la

situación táctica lo requiriera o incluso a los CMAV S/R, debido a que cumple con los requisitos gracias al vehículo portacontenedores (ilustración 10).



Ilustración 13

2.3. ALTERNATIVAS PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS

Uno de los grandes condicionantes en el problema del abastecimiento es la dispersión de las unidades en el espacio de batalla, las transmisiones para mantener las comunicaciones son esenciales. Además, si se quiere llegar a la prevención del municionamiento mediante el envío del estado de la munición consumida/disponible, las comunicaciones a gran distancia y velocidad son fundamentales.

Se requieren medios de transmisiones que mantengan el enlace a grandes distancias para lograr una transmisión fiable del estado del consumo de munición en tiempo real.

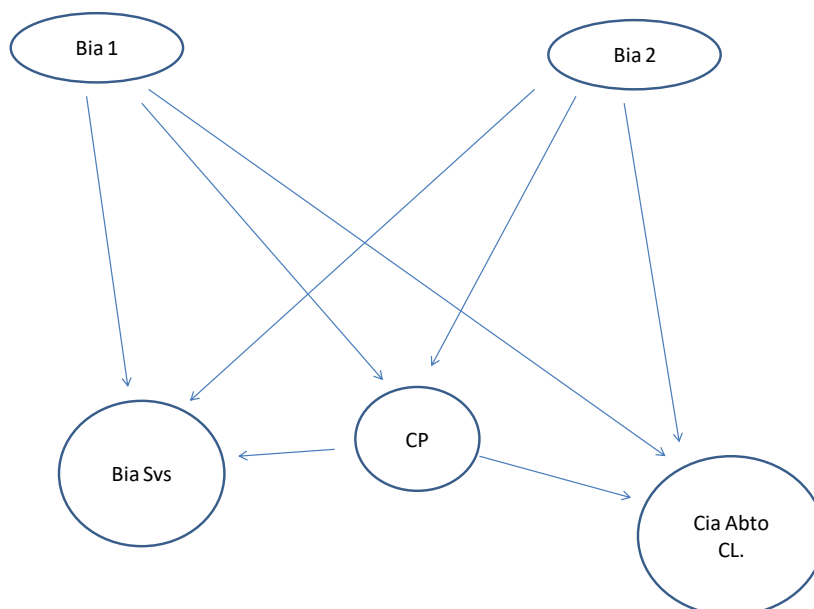


Ilustración 14: enlaces

El enlace es simultáneo entre las baterías de armas, la compañía de abastecimiento, el puesto de mando (CP) la Bía de Servicios.

2.3.1. DE FDC DE BIA A CP RETRASADO

A continuación se mencionan diferentes alternativas que pretenden mejorar la velocidad de la transmisión de información, datos, desde el FDC de Batería, que supone el primer puesto de mando, hasta los puestos de mando retrasado, es decir, Centro de Operaciones donde se encuentra el Jefe de GACA, Compañía de Abastecimiento y Batería de Servicios. Debajo de cada alternativa se mencionan algunas ventajas e inconvenientes de cada sistema a modo de comparación cualitativa.

Requisitos:

Debido a que el jefe de la unidad de apoyo externo al grupo, Jefe de la Compañía de Abastecimiento, debe estar pendiente a las demandas de munición del GACA, éste ha de mantener una vía de comunicación en la que la transmisión de información sea instantánea. La coordinación entre el Jefe de Cia Abastecimiento y el Jefe de la Bía de Servicios ha de ser clave para el éxito en el abastecimiento y transporte preventivos de la munición. Para lograrlo se muestra la siguiente mejora que tendrá como finalidad aumentar la velocidad en las decisiones de los CUMAs (Cuadros de Mando) y disminuir el coste logístico.

Alternativas

1. BMS + Talos

Sería lo ideal debido a que la plataforma BMS está diseñada para la monitorización de pequeñas unidades de la posición con actualizaciones cada 5 segundos, de tal forma que los puestos de mando pueden recibir la información en tiempo real de posición de las unidades. La integración con el programa Talos es uno de los proyectos que se está llevando a cabo, sin embargo aún no se ha llegado a materializar. El sistema BMS trabaja con datos al igual que Talos, por lo que sería posible el uso de satélite o radios.

Ventajas

Es un programa que puede instalarse en diferentes plataformas como PC's o pda's que puede llevarse en cualquier vehículo con baterías recargables. Al tener una interfaz visual es fácilmente manejable y no requiere un coste elevado en la instrucción para el operador.

Inconvenientes

La integración no ha llegado a realizarse, es un proyecto a corto plazo que se está tratando de materializar cuanto antes y requiere un coste temporal de una persona muy especializada para que llegue a integrar los dos programas. Esto es debido a que el sistema BMS está diseñado para unidades de maniobra (infantería y caballería) mostrando únicamente la información esencial de las unidades en el campo de batalla.

2. Spearnet

Radio portátil vehicular del tipo UHF

Ventajas

Esta radio ya se encuentra disponible en el Ejército de Tierra y cuenta con los requisitos de seguridad con encriptación certificada, tiene un peso inferior a 700 g, es capaz de transmitir voz, datos y video de forma segura con un ancho de banda de 6Mbps, tiene entrada USB e interfaces estándar Ethernet.

Desventajas

Tiene un alcance nominal de 2 km

3. TLX-5

Se trata de un terminal satélite táctico ligero con una antena centrada de 0.6 m de diámetro, orientable 360°. El peso es inferior a 18 kg incluyendo baterías. Tiene alimentación externa corriente alterna 220 v y corriente continua 12v y 24v. Dimensiones totales 40 cm. plegado menor de 10 litros en volumen y ancho de banda de 1 a 64 Kb.[2], [3]

Ventajas

Es rápidamente desplegable y su peso ligero permite transportarlo en cualquier vehículo e incluso a pie, en menos de 5 minutos puede estar montado y ofreciendo servicio. Tácticamente cumple con los requisitos de rapidez para puesta en marcha y seguridad contra ciberataques. El ancho de banda es más que suficiente para la transmisión de datos.

Desventajas

Si se pretende funcionar sin corriente externa tiene baterías que le permiten transmitir únicamente durante 1 hora y recibir durante 3 horas. No es capaz de transmitir datos y voz simultáneamente.

4. BGAM

Bradband Global Area Network por sus siglas en inglés ofrece un servicio fácil e intuitivo basado en una estación móvil que puede conectarse a una red amplia de satélites de manera rápida y permite la transmisión de fonía y datos independientemente de la ubicación. Permite diferentes servicios de mensajería como el envío de mensajes de texto, mails, videollamada y archivos.

Ventajas

No se necesita personal especializado por lo que la instrucción es rápida y los operadores puede ser miembros del FDC de la Batería de la especialidad de Artillería sin dejar de realizar sus cometidos del puesto táctico.

Es rápido de instalar y en cuestión de pocos minutos se tiene conexión a la red orientando la antena adecuadamente hasta alcanzar el máximo nivel de conexión ya que se trata de un conjunto de satélites pequeños que forman una red. El ancho de banda que ofrece este

sistema es más que suficiente para enviar la información que se pretende (munición consumida y posición). Ofrece un ancho de 32 kbps a 328 kbps.

El tamaño es pequeño y no requiere de grandes instalaciones por lo que se podría instalar en las piezas para que a nivel batería se envíe información directamente a los vehículos de los Puestos de Mando.

Inconvenientes

Al trabajar este sistema en banda Ku (k-under) comprendida en el espectro electromagnético entre las frecuencias de 12 a 18 GHZ en la banda de microondas tiene un problema en condiciones de lluvia ya que no permite la correcta comunicación debido al desvanecimiento de la lluvia que causa la degradación de la señal. La lluvia, en función de la cantidad puede suponer una barrera que notaría el usuario.

La red no está cifrada lo cual supone un problema ya que la información que se va a enviar es de alta sensibilidad debido a la condición de la artillería por ser un objetivo rentable para el enemigo.

Es un terminal muy delicado y no está diseñado para recibir golpes, cambios de temperatura, agua y polvo. Lo que lo hace poco adaptable a las situaciones militares. Por otro lado, el coste económico es muy elevado.

Decisión

Debido a que son múltiples las variables y criterios que intervienen en el análisis de los medios anteriormente mencionados, se va a recurrir a un análisis basado en el proceso analítico jerárquico. Mediante las matrices de comparación pareada en la que se muestran los criterios se obtendrá una evaluación en función de su importancia evaluados según la escala de SAATY. Este método, conocido como HPU, nos permite evaluar criterios de forma tanto cuantitativos como cualitativos. El desarrollo de las tablas comparativas y la evaluación de los criterios se muestra en el Anexo E.

1. Matriz de decisión y conclusión

CRITERIOS	PESOS	PR4-G	TLX-5	SPERNEAT	THULAYA	BMS+TALOS
Seguridad	0,54	0,16	0,4	0,22	0,03	0,19
Alcance	0,14	0,03	0,31	0,8	0,33	0,27
Ancho de Banda	0,28	0,03	0,31	0,06	0,37	0,23
Tiempo de instalación	0,04	0,07	0,08	0,25	0,04	0,55
		0,1	0,35	0,16	0,17	0,22

Tabla 1: Decisión

Después de realizar diferentes cálculos mostrados en las matrices del Anexo C se obtiene la matriz de decisión que se comenta a continuación:

En la matriz de decisión el cómputo final de las diferentes evaluaciones muestra que la decisión más adecuada es el terminal TLX-5 con un resultado en la matriz de decisión del 35% de aprobación ya que cumple con la mayoría de criterios como el ancho de banda, la seguridad y el alcance. En segundo

lugar, el más idóneo es el sistema BMS + Talos integrado con el inconveniente de que el proyecto no se ha llegado materializar aunque ya estaban trabajando en ello la última semana de mi estancia en las Prácticas externas(PEXT) sin conocer los resultados actuales.

En cuanto a la transmisión de datos del FDC de Batería a los puestos de mando retrasados se ha decidido el terminal TLX-5, un terminal satélite con un trípode que no necesita de personal especializado para su puesta en marcha. Este terminal trabaja en Banda X y conecta con satélite orientando la antena en su dirección, es transportable en mochila y la antena ocupa 0,6 metros. Permite enlaces con protocolo IP y no requiere personal especializado en transmisiones para su puesta en marcha.



Ilustración 15: TERMINAL MANPACK TLX-5 DAMA/

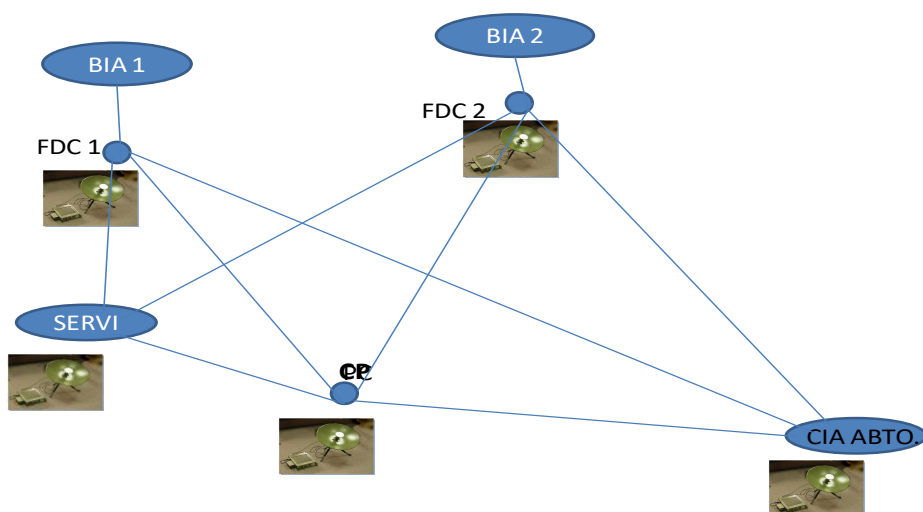


Ilustración 16

En la ilustración 19 se muestra un ejemplo con dos Baterías de Obuses enlazando mediante el terminal TLX-5 con la Compañía de Abastecimiento, la Batería de Servicios y el Puesto de Mando de GACA (CP).

En el siguiente capítulo se estudiará el problema de reflejar en tiempo real la munición consumida por las baterías a los puestos de mando retrasados, Compañía de Abastecimiento y Batería de Servicios para lograr la prevención del municionamiento.

2.3.2. REGISTRO DE LA MUNICIÓN EN EL OBÚS 155/52 SIAC

En esta sección se pretende estudiar diferentes alternativas para lograr la monitorización de la munición consumida en tiempo real desde las piezas que están realizando el consumo hasta los puestos de mando. Se verá la posibilidad de utilizar nuevas opciones o aprovechar el actual software del obús.

Según los estudios realizados a través de manuales del operador y mantenimiento de primer y segundo escalón junto con las diferentes visitas realizadas a los talleres del segundo escalón y las pruebas realizadas en períodos de instrucción se han obtenido las siguientes conclusiones del software actual del obús que opera a través de la CDU (véase Anexo F):

Se observa que los sensores actuales de la pieza son perfectamente válidos para llevar a cabo un recuento de la munición. Además, al ubicarse la CDU sobre el mástil izquierdo junto a la radio RP4G, a la que se puede conectar, es posible el envío de datos generados en la CDU hasta el puesto de mando de la batería. La CDU recopila toda la información adquirida por los sensores y permite introducir y modificar datos como los de los proyectiles que se van a utilizar y mostrar los proyectiles disponibles. Sin embargo, esta información no es posible transmitirla en tiempo real, además sería necesario definir un programa compatible con el código fuente de la CDU y lograr integrar el Sistema de Gestión del Tubo con el software que tuviera el FDC, o quizás abrir una nueva investigación para lograr esta compatibilidad.

Según estas conclusiones y sabiendo, gracias a las investigaciones realizadas, que el Sistema de Gestión del Campo de Batalla, BMS por sus siglas en inglés, es el único sistema que actualmente se encuentra en funcionamiento en el Ejército de Tierra que permite la visualización de las unidades en pantalla en tiempo real, se estudian sus características para analizar si son compatibles con la información generada en los sensores y el envío de la misma a través de las redes de telecomunicaciones propuestas.

Además, el BMS es un sistema que se pretende implantar en todo el Ejército. De hecho, la implementación del sistema BMS es un proyecto que ya está en marcha en ciertas unidades ligeras como la BRIPAC, BRILEG y la BRILAT donde ya se han llevado a cabo reuniones para marcar las líneas de acción y tratar de integrar este sistema con diferentes sensores, sistemas de armas de todo tipo e incluso se ha planteado la integración con TALOS o la directa sustitución.

Alternativa: Battlefield Management System

Este sistema ha sido diseñado para apoyar las funciones de Mando y Control de los Jefes de las Unidades, por lo tanto ofrece diferentes capacidades a través de funcionalidades como:

- Planeamiento: permite la ayuda a la conducción de la operación incluso al Apoyo de Fuegos pudiendo definir las listas de objetivos y asociarlos a líneas de acción. También permite la elaboración de documentos asociados a actividades de movimiento de las unidades y Navegación.
- Sistema de Información Geográfica: permite la visualización georreferenciada en un mapa las unidades disponibles con BMS y

permite además la creación de capas cartográficas y de simbología táctica.

- Mensajería: permite la comunicación tanto dentro como fuera del sistema a través del envío de mensajes. Además, en la mensajería dentro del sistema, permite anexar ficheros.
- Gestión de documentos: permite al usuario la preparación y edición de documentos para elaborar los informes necesarios durante una misión (con datos alfanuméricos, imágenes y gráficos)
- Apoyo de Fuegos: permite la elaboración y distribución de listas de objetivos y la ejecución de las solicitudes de fuego tanto de objetivos planeados como no planeados. Permite la visualización de los objetivos y su estado, la posibilidad de atender solicitudes prioritarias o anulaciones de fuegos y el intercambio de información con los sistemas nacionales de Artillería.
- Apoyo logístico: permite llevar el control de las capacidades de combate real de las diferentes unidades. También ofrece la posibilidad de gestionar las diferentes solicitudes de abastecimiento y transporte de munición, entre otros recursos, que se generen durante una operación.
- Alarmas: Durante el desarrollo de una Operación pueden surgir acontecimientos tácticos que pueden dejarse predefinidos antes de la operación y cuando se generan pueden ser enviados de manera inmediata y con prioridad máxima.
- Avisos: ofrece la capacidad de supervisar el estado de la plataforma donde se encuentre instalado BMS para vigilar la aparición de incidentes en sus plataformas.
- Navegación: permite seleccionar rutas de navegación entre las planeadas y realizar el seguimiento de la ruta.
- Integración con las distintas plataformas: con esta funcionalidad se permite interactuar con los subsistemas de las plataformas.
- Gestión de datos y distribución de la información: a través de esta funcionalidad el sistema permite definir la forma en la que la información se disemina en todo el despliegue, determinando los destinatarios, el tipo de información y los filtros que se quieran establecer.

Como se observa, las diversas funcionalidades que ofrece el software BMS permite la gestión de la información que se genera en los sensores del obús. Es decir, con la adquisición de este sistema, obtenemos una monitorización del estado de la munición consumida y la disponible en cada plataforma (obús 155/52 SIAC) con una geolocalización de las unidades, identificador de plataforma (número de matrícula o identificador alfanumérico) y sistema de mensajería con avisos y alarmas que de manera predefinida, se pueden llegar a transmitir de las Baterías a los puestos de mando retrasado. Además, este sistema está diseñado para ser empleado en unidades tipo Batallón, siendo el Grupo de Artillería su homólogo.

En la funcionalidad de Apoyo de Fuegos ofrece la posibilidad de

intercambiar información con los sistemas nacionales de Artillería, gracias a esta opción se puede llegar a transmitir la información del HMS, ya mencionado anteriormente, al BMS.

3. TENDENCIAS

Existen diferentes proyectos que están en marcha, ideas nuevas que cambiarán sustancialmente la forma de operar de las Fuerzas Armadas, la adaptación a los nuevos cambios se materializa en el uso de nuevas tecnologías y conceptos como el Bussines Intelligence⁶, CAN Bus⁷ o el Machine Learning⁸ que supondrán una logística realmente eficiente.

A continuación se mencionan dos proyectos que sirvieron de inspiración para lograr una prevención en el municionamiento y transporte, sin embargo estos proyectos se enfocan además en el mantenimiento.

3.1. PROYECTO HERMES

Una de las soluciones que ya está en curso mediante el programa HERMES⁹ es transmitir la información generada desde las propias piezas del consumo de la munición en tiempo real mediante sensores y a través de los sistemas de mando y control del Ejército de Tierra (SIMACET), de tal forma que se pueda llegar a predecir, gracias al análisis de los datos enviados, los puntos de distribución más adecuados y las unidades de apoyo logísticos más apropiadas para dicha tarea. HERMES implica el análisis de datos de este tipo, sin embargo su objetivo es el de cargar los datos directamente en SIGLE para registrar automáticamente la información relativa al mantenimiento del obús, Este programa está enfocado a un mantenimiento preventivo pudiendo incluir la función de abastecimiento. Automatizar todas las variables referentes a la logística para llevar un control más directo y seguro, desde las propias unidades de manera automática al programa de SIGLE.

3.2. APOYO LOGÍSTICO 4.0 (AL 4.0.)

De una manera vertiginosa estamos presenciando cambios en el terreno tecnológico afectando a todos los sectores, pero más en particular, el enfoque puntero es el del mantenimiento y prevención de averías. Se puede apreciar esta tendencia en el sector naval, la prevención de averías a bordo a través de un mantenimiento centralizado en el que personal especializado que analizan los datos producidos por la masiva sonorización y monitorización de múltiples sistemas puede ser el resultado a una considerable reducción de costes en mantenimiento. Debido a que es importante tener una mente abierta a nuevos conceptos con el objetivo de mejorar cada día, no está de más observar el nuevo concepto de Apoyo Logístico materializado en los Astilleros 4.0. de Navantia creado e impulsado por el Estado Mayor de la Armada (EMA) con apoyo del Almirante Jefe de Estado Mayor de la Armada (AJEMA).

⁶BussinesIntelligence: habilidad que transforma los datos en información y la información en conocimiento con el fin de optimizar el proceso de toma de decisiones.

⁷ CAN Bus: ControllerArea Network o red de área de control y Bus, en informática se trata de un elemento que es capaz de transportar grandes cantidades de información.

⁸ Machine Learning: disciplina científica dentro de la inteligencia artificial que trata de crear sistemas que sean capaces de aprender de manera automática.

⁹ HERMES: aplicativo para la transmisión de información de pequeñas unidades al SIGLE

El resultado es un proyecto ambicioso que ya está en funcionamiento, con una elaborada organización de personal que desde los operadores de los buques hasta el personal analista de datos y mandos del Estado Mayor (EM) han logrado conseguir aumentar el número de horas de servicio de las plataformas navales. Mediante el uso de nuevas tecnologías como análisis de Big Data, la creación de plataformas digitales que virtualizan el comportamiento en tiempo real y los sensores de Inthernet of Things (IoT) con placas de arduino (Anexo H) se está logrando un uso más eficiente con los carentes recursos que disponen las Fuerzas Armadas. Este proyecto no tiene porque ser aplicado únicamente en plataformas navales, también en plataformas aéreas y terrestres ofreciendo un nuevo sistema de mantenimiento que mejore el rendimiento de las unidades en todos los aspectos.

4. PROPUESTA FINAL

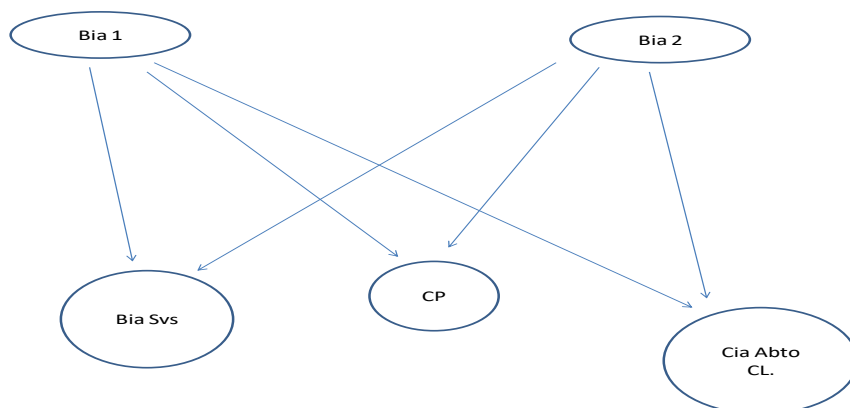


Ilustración 17

En la ilustración 20 se muestra la propuesta del flujo de información: simultáneamente la información del estado de la munición de las Baterías de Armas llegará a:

- Commander Post
- Compañía de Abastecimiento
- Batería de Servicios

Es decir, el consumo/ proyectiles disponibles de reflejará dentro de la propia batería de armas, puesto de mando retrasado y las unidades de abastecimiento, de tal forma que podrán visualizar las baterías en pantalla del BMS y así realizar un estudio preventivo de qué puntos de distribución van a llevar a cabo para organizar un centro de municionamiento lo más avanzado posible a la línea de piezas.

5.1. ORGANIZATIVA

Descentralización logística

Mediante esta forma de trabajo se podrá visualizar en pantalla en tiempo real el consumo y disponibilidad de la munición por parte de las entidades que van a realizar el abastecimiento, esta modalidad de operar requiere que previamente el Puesto de mando haya autorizado la descentralización de tal forma que las Baterías tengan la capacidad de realizar peticiones directamente a las unidades de abastecimiento.

El Jefe del centro de Operaciones, que se encuentra en el Puesto de mando retrasado del GACA, sigue ejerciendo la función de planeamiento de fuegos, sin embargo, con la descentralización los Observadores Avanzados (OAV) podrán designar objetivos “in situ” sin la necesidad de esperar las autorizaciones para el envío de cierto número de proyectiles. Las Baterías de Armas tendrán la capacidad de actuar como unidades de artillería totalmente independientes y autónomas en cuanto a la logística.

Es necesario saber que esta forma de trabajar de “descentralización

logística” es una propuesta que está sujeta a las necesidades de la situación táctica. El jefe del GACA decidirá si se trabaja o no de esta forma según sus criterios.

5.2. TÉCNICA

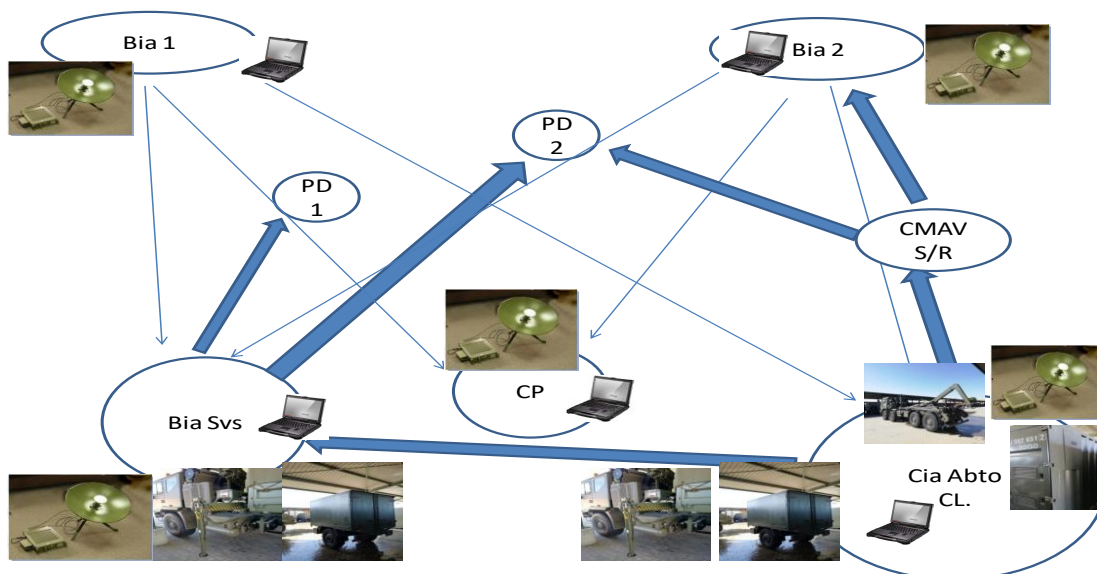


Ilustración 18

Se proponen servicios de telecomunicaciones mediante las radios PR4G y los terminales TLX-5 que permitan mantener un sistema logístico integral en el que los mandos puedan tener una comunicación directa y sean capaces de gestionar los datos que le sean de utilidad. Se requiere que:

- La Compañía de abastecimiento pueda ser capaz de visualizar la manera en que las Baterías de Obuses del GACA demandan la munición con la finalidad de ir anticipando el CM o la entrega de la carga a la Batería de Servicios.
- La Batería de servicios ha de ser capaz de evaluar cuáles son las Baterías del Grupo que están demandando más munición para planear un punto de distribución (PD) óptimo que priorice la entrega para la Batería más demandante y al resto de forma secundaria pero de forma optimizada.
- El puesto de mando del GACA ha de ser capaz de visualizar las posiciones de sus baterías de obuses y las demandas de fuegos de tal forma que podrá en todo momento controlar las demandas, autorizarlas o anularlas y así proporcionar al Jefe General de la Brigada un mejor asesoramiento del Apoyo de Fuegos incluso realizar peticiones de munición con anticipación al órgano superior en el caso de que las unidades de abastecimiento se hayan quedado sin munición en los polvorines.

Como sistema de transmisión se concluye que el más adecuado de entre los que se ha valorado es el terminal TLX-5, integrado en el FDC de Batería de tal forma que pueda transmitir datos a los puestos de mando más retrasados, sobre todo interesa el enlace directo con la Batería de Servicios y con la Compañía de Abastecimiento. Por otro lado, desde la línea de piezas

hasta el puesto de mando de Batería se empleará el uso de la radio PR4G para el envío de datos que es suficiente para transmitir los datos generados por BMS.

Mediante el sistema que se propone (ilustración 23) se logrará la coordinación entre estas tres entidades que es necesaria para la prevención y anticipación en los planeamientos de la entrega de munición. Esto supondría el ahorro temporal en el trámite de pedido de munición, rapidez en el estudio de itinerarios y ejecución instantánea una vez se autorice el municionamiento.

A continuación se describe las unidades hardware y software que se necesitan adquirir para llevar a cabo la instalación en una Batería de Armas dentro de un GACA.

1. Baterías de Armas: FDC + Obuses 155/52 SIAC (es donde se va a generar la información del consumo y disponibilidad de munición)
2. Puesto de Mando (CP): permite supervisar las peticiones en mododescentralizado pudiendo no autorizarlas si fuera necesario
3. Batería de Servicios: permite el planeamiento previo de municionamiento tanto para recoger la carga como distribuirla y coordinar con la fuente (Centro logístico) y el sumidero (Baterías: Puntos de Distribución)
4. Compañía de abastecimiento: permite que la Sección de abastecimiento pueda ir preparando las cargas en sus convoyes una vez hayan visualizado la demanda, de tal forma que cumplen con la inmediatez que exigen las unidades de artillería.

Solución para una Batería de Armas de 6 obuses 155/52 SIAC.

Número de Hardwares + Licencias BMS correspondientes:

El hardware seleccionado es el modelo que actualmente se utiliza en la Brigada Almogávares VI, debido a que es idóneo por sus características de procesador i7, memoria interna, memoria RAM, autonomía, conexión a corriente 12 V, entradas para otros hardwares, etc.

Además, al ya estar seleccionado la propuesta se centra en la adquisición directa de las unidades que se muestran a continuación:



Ilustración 19: hardware Getac B300 G6-33,8cm (13,3 "), Win. 7 Pro 64 ,I7

6 unidades en Obuses + 1 unidad en FDC+ 1 unidad en CP+ 1 unidad en Cía de Abastecimiento+ 1 unidad en Bía de servicios= 10 unidades Hardwares más 10 licencias BMS.

Coste Hardware: 2.999 €/ud.

Total hardwares: 29.999€

Abastecimiento y transporte preventivos de la munición del obús 155/52 SIAC

Coste Licencia BMS: 3.500€/ud.

Total licencias: 35.000€

Coste total para la propuesta de una Batería de Armas: 64.000€

6. CONCLUSIONES FINALES

Mencionar, antes de concluir que el cauce del trabajo cambió de forma considerable a partir de las conclusiones obtenidas de la entrevista realizada a los miembros de Santa Bárbara Sistemas y GMV (Véase Anexo I). Inicialmente el alcance se marcó en el estudio de la viabilidad de implantar nuevas tecnologías como sensores IoT en las piezas para lograr la prevención, como pretende el proyecto HERMES, pero debido al escaso tiempo y ser un tema tan amplio, se redujo el alcance a buscar una solución tangible para lograr la prevención del municionamiento y transporte del mismo con los medios disponibles y la valoración de otras alternativas más accesibles.

En definitiva, este estudio ha tratado de demostrar que mediante la propuesta organizativa y técnica ofrecida se puede lograr un mejor rendimiento en los procesos de municionamiento, mediante el uso de medios de transporte y almacenamiento sobre ruedas seguros y viables, el uso de nuevos procedimientos como la descentralización de la logística y el empleo de medios de transmisiones lo suficientemente viables como para lograr, mediante el software BMS, el control y gestión de los procesos logísticos en cuanto a municionamiento se refiere.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. E. N. Operaciones, «Pd4-612 abastecimiento en operaciones».
- [2] R. Actuales, «Tema 6», 2015.
- [3] P. A. E. Burgos, «Comunicaciones por satélite para aplicaciones gubernamentales y de defensa», 2010.
- [4] M. D. E. M. De, «Mt6-34 6», pp. 1-10, 2007.
- [5] D. B. Sabadell, «Guía del Usuario Indra Guía del Usuario Indra», pp. 1-52, 2008.
- [6] E. D. E. Tierra, «MT-300 Manual de operador y mantenimiento de primer escalón».

- [7] **Doctrina Mandode Adiestramiento y AGM-DIAE-456.** 2018-2019.
FUTURO INMINENTE DEL ARTE DE LA LOGÍSTICA.
- [8] **Lopez Coronel Fernando Baeza** 933, s.l., Ministerio de Defensa, Diciembre 2018, Revista del Ejército de Tierra español , págs.38-45.
- [9] **Guerrero Brigada Ramón Chiva Vilarroya y Sargento 1º Daniel Tarín**
INFORME SOBRE CONFIGURACIÓN BMS LINCE Y BMS EN PLATAFORMA MC3. MINISTERIO DE DEFENSA. 2017.
- [10] *Implantación del concepto 4.0. en el Apoyo Logístico.*
Murga Greogorio Bueno 275, s.l., Ministerio de Defensa, 2018, Revista General de Marina, págs.239-248.

Abastecimiento y transporte preventivos de la munición del obús 155/52 SIAC

8. ANEXOS

ANEXO A. CLASIFICACIÓN DE RECURSOS LOGÍSTICOS

Nº	CLASE	SUBCLASES	Nº OT AN	Nº USA	SERVICIO LOGÍSTICO
I	SUBSISTENCIAS	a. Raciones para el personal b. Raciones para animales c. Agua	I	I	Abto.
II	VESTUARIO Y EQUIPO	a. Equipo individual b. Equipo para animales c. Material de acuartelamiento d. Material de campamento e. Material de oficina y de limpieza f. Cartografía, publicaciones y material audiovisual g. Equipo de apoyo ligero	II	II	Abto.
III	CARBURANTES, LUBRICANTES Y ADITIVOS	a. Carburantes b. Lubricantes c. Aditivos d. Otros Líquidos y gases	III	III	Abto.
IV	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN Y FORTIFICACION		IV	IV	Abto./Obras
V	MUNICIÓN Y EXPLOSIVOS	a. Munición inferior a 20mm. b. Explosivos y artificios c. Minas d. Munición especial(NBQ, misiles y otras) e. Munición superior a 20mm.	V	V	Abto.
VI	COOPERATIVA		I	VI	Abto.
VII	ARMAMENTO, MATERIAL Y ANIMALES	a. Armas y sistemas de armas b. Máquinas y herramientas de Ingenieros c. Material de mando, control comunicaciones y guerra electrónica d. Sistemas acorazados y mecanizados. e. Material de Servicios f. Material colectivo NBQ. g. Animales h. Sistemas de misiles	II	VII	Abto.
VIII	SANIDAD	a. Equipos y material sanitario b. Productos farmacéuticos y material de cura de asistencia al personal c. Productos farmacéuticos y material de cura de asistencia al ganado d. Sangre y hemoderivados e. Piezas de repuesto específicas.	II	VIII	San.
IX	PIEZAS DE REPUESTO	a. Piezas de repuesto b. Sistemas, subsistemas, conjuntos y subconjuntos c. Herramientas y utillaje	II	IX	Manto.

ANEXO B. PLANEAMIENTO DE LA DEMANDA DE FUEGOS

El problema que se plantea en el planeamiento de una operación de abastecimiento de munición tiene dos elementos condicionantes: la dispersión de las unidades en el espacio de batalla y el municionamiento en sí.

A partir de la herramienta de planeamiento de modelo de acción¹⁰ se deduce la Tasa Requerida de Munición (TMR) que es el resultado del cálculo de la munición máxima que puede dispararse en un día más la cantidad de munición que las unidades de ACA puede reponer diariamente, en este caso el GACA, teniendo en cuenta ciertas variables tales como:

- Capacidad de sus columnas de municionamiento
- Posibilidad de refuerzo en transporte por parte del órgano logístico
- Localización de los centros de municionamiento

De tal forma que la $TMR \leq$ cantidad máxima de munición que puede dispararse en un día + cantidad máxima que pueden reponer.

Además, mediante las Secciones de Operaciones e Inteligencia se obtendrán los objetivos y por ende se deducirán las Acciones de Fuego Tipo (AFT). Se marcarán objetivos planeados asignándose para éstos las correspondientes AFT's, y por otro lado se tendrán en cuenta objetivos no planeados, para los cuales se determinará un número de reserva de AFT's. Sumando dichas cantidades se calcula la TMR.

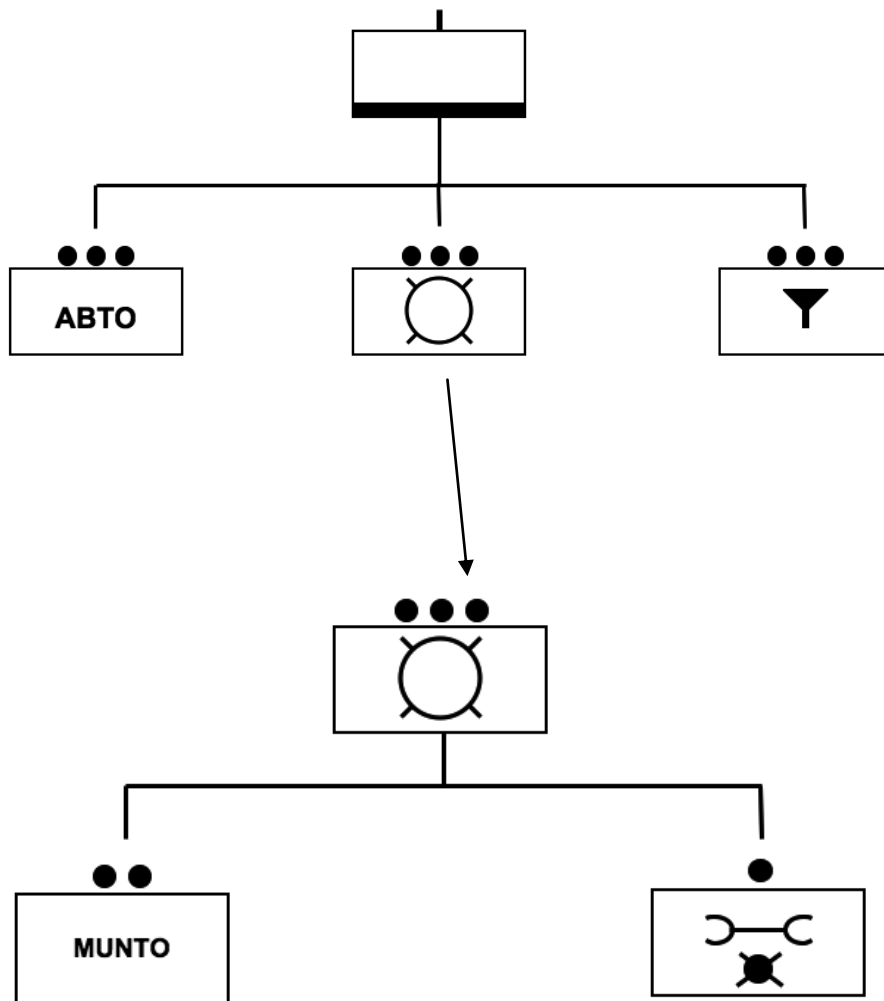
(AFT objetivos planeados + AFT objetivos no planeados = TMR)

Posteriormente, se necesitará la aprobación del Área de Logística del Cuartel General, denominada G4, en la cual se determinará si el órgano logístico correspondiente, en este caso el de la Brigada (Grupo de Apoyo Logístico), es capaz de suministrar la demanda (TMR), de ser así, la TMR pasará a ser Tasa de Munición Autorizada (TMA), si no es autorizada la demanda se procederá a planear de nuevo para ajustar la TMR a las posibilidades de municionamiento. Una vez aprobada la TMA, se calculará el número de AFT que se pueden realizar diariamente.

Asimismo, dentro del propio GACA, la Sección de Operaciones e Inteligencia es la encargada de administrar la TMA a las diferentes Baterías de obuses en función de la situación táctica sobre la operación, es decir, según la demanda de las Baterías. Cabe destacar que la demanda de munición, una vez ha comenzado la operación, es proporcional a la intensidad del combate, la cual es a veces predecible gracias a la inteligencia, pero otras veces, debido a la incertidumbre de los nuevos escenarios la demanda es también incierta.

¹⁰ Modelo de acción: procedimientos y reglas marcadas con antelación a un evento ya estudiado que permiten solventar la situación de la unidad involucrada en dicho evento, es una herramienta que se utiliza en el método de planeamiento.

ANEXO C. SECCIÓN DE MUNICIONAMIENTO EN LA CIA DE ABASTECIMIENTO



La compañía de abastecimiento se compone de:

- Mando y plana mayor.
- Sección de suministro.
- Sección de municionamiento.
- Pelotón de carburantes.
- Pelotón de aguada.

ANEXO D. CUADRO COMPARATIVO DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE

Modelo contenedores/vehículos	Capacidad de carga útil (Kg)	Nivel de seguridad	Capacidad táctica*	Índice de aprobación
Vehículo Específico Tractor (VET)	1362,4 (32 proyectiles x 43,2 kg)	66%-99%	3	9
Iveco-Pegaso M.250.37W de carga general	6400	0%-33%	3	6
Contenedor estándar 20 pies	30.480 (705 proyectiles)	0%-33%	1	3
Isotermo 20 pies	24.000 (555 proyectiles)	66%-99%	1	9
Remolque almacén	2000 (46 proyectiles)	33%-66%	3	12
Vehículo de transporte de munición	6375 (147 proyectiles)	66%-99%	3	18

Tabla 2: comparativa

La calificación del nivel de seguridad está fundamentada en el cumplimiento de la homologación que requieren los vehículos empleados para el transporte de materiales peligrosos y explosivos, entre los que se encuentra la munición 155 mm. Se han utilizado unos porcentajes que definen el nivel de seguridad de cada medio:

- Porcentaje de seguridad baja: No pasa las calificaciones de homologación de medio capacitado para el transporte y almacenamiento de cargas peligrosas (0%-33%) => 1

- Porcentaje de seguridad media: está homologado para el transporte y almacenamiento de cargas peligrosas pero no tiene contramedidas (33%-66%) => 2
- Porcentaje de seguridad alta: además de cumplir con la homologación tiene sistemas contraincendios y sensores incorporados que miden los índices que indican las condiciones de almacenamiento (66%-99%) => 3

Se han aproximado a valores del 1 al 3 para simplificar la evaluación.

*Explicación del criterio utilizado de capacidad táctica:

En el ámbito militar, la táctica se refiere a todas aquellas acciones que hacen posible la consecución de las operaciones bajo el cumplimiento de una serie de requisitos, requisitos tácticos, entre los que se encuentra ocultación visual, movilidad por el terreno, disciplina de ruidos para lograr el sigilo y disciplina de luces que colabora a la ocultación visual, todo ello para lograr dos objetivos: cumplir la misión y minimizar los daños.

La capacidad táctica se ha evaluado según el tiempo empleado en realizar la actividad de descarga de munición ya que menor tiempo implica menor exposición al enemigo y la facilidad que tienen para desplazarse por el terreno. Se tiene en cuenta además que, como se están evaluando medios de una unidad ligera como es la Brigada Almogávares VI, los vehículos empleados son de ruedas. Estos niveles se han obtenido en base a la experiencia de los conductores consultados y la observación y análisis propios de las características de cada vehículo.

- Facilidad alta: nivel 3
- Facilidad media: nivel 2
- Facilidad baja: nivel 1

Índices de aprobación:

Para simplificar se han marcado unos índices del 1 al 3 para calificar numéricamente y obtener un resultado objetivo reflejado en el índice de aprobación de cuál es el medio de transporte más idóneo. De tal forma que

- Color verde: 3 (alto)
- Color amarillo: 2 (medio)
- Color rojo: 1 (bajo)

El múltiplo de los tres índices nos dará en cómputo un resultado lo más aproximado a la realidad.

ANEXO E. CUADROS HPU

Evaluación de criterios

Los criterios han sido obtenidos a partir de información proporcionada por miembros de la Compañía de Transmisiones de la Brigada Almogávares VI. Estos, han sido clasificados numéricamente según la escala de Saaty

CRITERIOS	seguridad	distancia	ancho de banda	t instalación	Pesos (w)
seguridad	1	5	3	9	0,54
distancia	1/5	1	1/3	7	0,14
ancho de banda	1/3	3	1	9	0,28
t instalación	1/9	1/7	1/9	1	0,04

Tabla 3:Evaluación criterios

Evaluación de las alternativas

Alcance	PR4-G	TLX-5	Spearneat	Thulaya	BMS+TALOS	Peso(W)
PR4-G	1	1/9	1/5	1/9	1/9	0,03
TLX-5	9	1	7	1	1	0,31
Spearneat	5	1/7	1	1/9	1/3	0,08
Thulaya	9	1	9	1	1	0,33
BMS+TALOS	9	1	3	1	1	0,27

Tabla 4:Alcance

Ancho de Banda	PR4-G	TLX-5	Spearneat	Thulaya	BMS+TALOS	Peso(W)
PR4-G	1	1/9	1/5	1/9	1/9	0,03
TLX-5	9	1	9	1	1	0,31
Spearneat	5	1/9	1	1/7	1/5	0,06
Thulaya	9	1	7	1	3	0,37
BMS+TALOS	9	1	5	1/2	1	0,23

Tabla 5:Ancho de Banda

Tiempo de instalación	PR4-G	TLX-5	Spearneat	Thulaya	BMS+TALOS	Peso(W)
PR4-G	1	1	1/7	3	1/9	0,07
TLX-5	1	1	1/3	3	1/7	0,08
Spearneat	7	3	1	7	1/5	0,25
Thulaya	1/3	1/3	1/7	1	1/7	0,04
BMS+TALOS	9	7	5	7	1	0,55

Tabla 6:Tiempo de instalación

Abastecimiento y transporte preventivos de la munición del obús 155/52 SIAC

Seguridad	PR4-G	TLX-5	Spearneat	Thulaya	BMS+TALOS	Peso(W)
PR4-G	1	1/5	1	7	1	0,16
TLX-5	5	1	1	9	3	0,40
Spearneat	1	1	1	7	1	0,22
Thulaya	1/7	1/9	1/7	1	1/9	0,03
BMS+TALOS	1	1/3	1	9	1	0,19

Tabla 7:Seguridad

ANEXO F. CDU

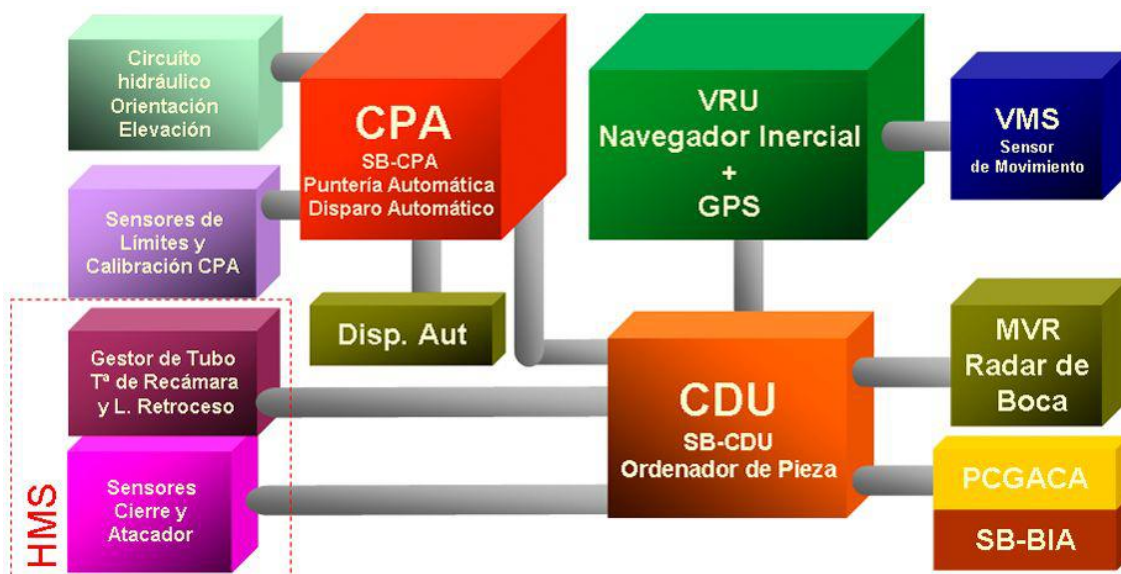


Ilustración 20: Esquema CDU[6]

Descripción CDU

Esta unidad funciona como unidad de proceso de la información recibida desde todos los subsistemas que conforman el sistema, en especial del subsistema de navegación y puntería, así como interfaz gráfico con el usuario.

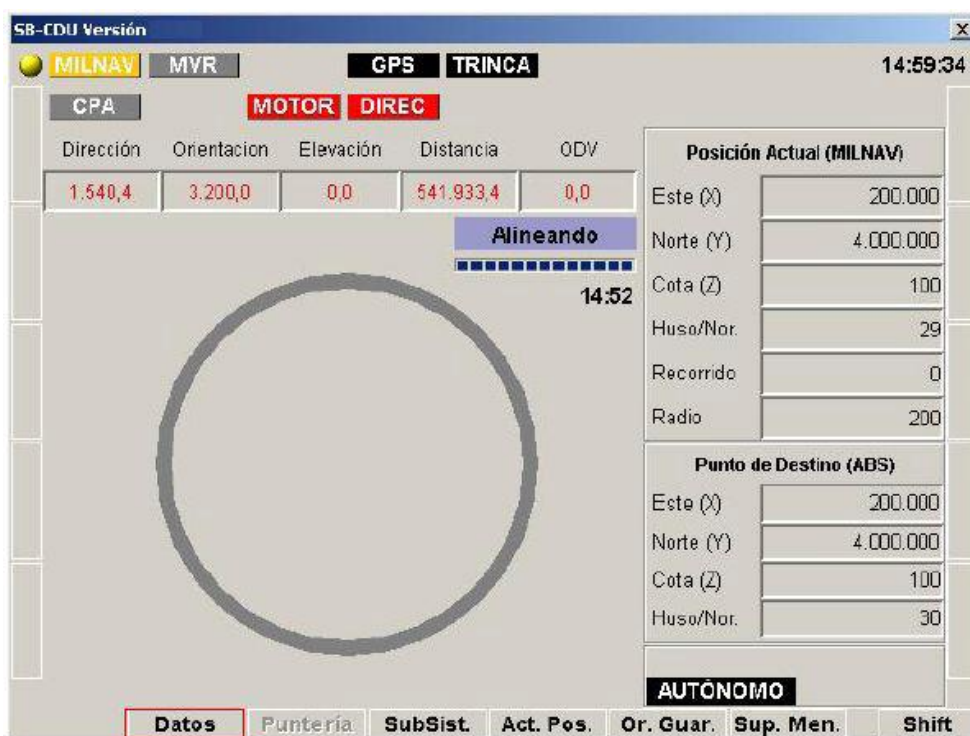


Ilustración 21: comando Datos

Entre las diversas opciones que ofrece el software de la CDU se encuentra el modo introducción de datos para las misiones que se van a realizar. Mediante la selección del comando "Datos" (ilustración 26) se accede

a la pantalla que se observa en la ilustración 19 mostrando diferentes opciones entre las que se encuentra la introducción de datos de los proyectiles disponibles. Actualmente, según el manual [6], es recomendable seleccionar la cantidad de proyectiles ilimitado si no se va a utilizar el gestor de munición (ilustración 27).



Ilustración 22: menú datos



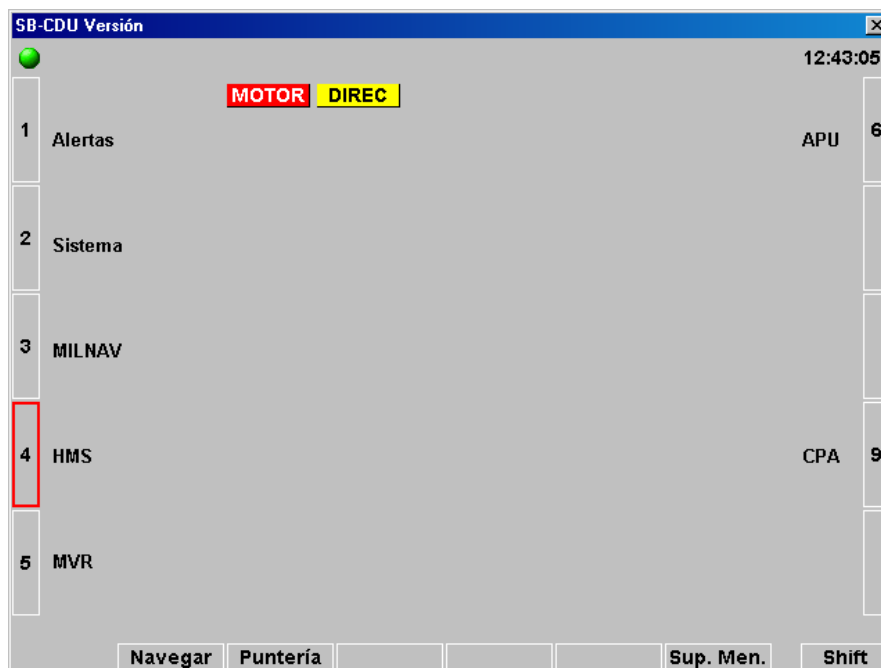


Ilustración 24: pantalla sistemas



Ilustración 25: HMS

La finalidad de este subsistema es registrar la vida útil del tubo donde se va reflejando en la pestaña Estado del Tubo. Aquí, dentro de Misión, el número de disparos refleja los disparos efectuados en la misión y los EFCs (véase el concepto de EFC en Anexo G), que se contabiliza a cero cada vez que se va a comenzar una nueva misión.

ANEXO G. SISTEMA DE GESTIÓN DEL TUBO CAÑÓN

El sistema de gestión del tubo cañón se encuentra integrado en el conjunto atacador. Su misión es controlar constantemente la temperatura de la recámara y medir la distancia de retroceso del tubocañón tras el disparo.

Por un lado, la temperatura de la recámara se utiliza para evitar posibles deflagraciones de la carga de proyección debido a altas temperaturas. En caso de que ésta alcance una temperatura mayor de 130°, no permitirá el ataque del proyectil y aparecerá un mensaje en la CDU "Alcanzada temperatura máxima", a su vez se apagará el piloto de la unidad electrónica de control "temperatura tubo".

Cuando la temperatura del tubo retorne por debajo de 100 °C, volverá a habilitarse el ataque.

Respecto a la distancia de retroceso, esta se utiliza para inferir la zona de la carga de proyección utilizada, y a partir de ahí, el desgaste provocado por el tiro. Pueden consultarse la relación entre zona de carga y EFC en el apartado 1.1.3.10. Valores EFC. No obstante, este cálculo sólo se utiliza cuando el cálculo balístico no se realiza en la CDU. Habitualmente, el cálculo de los EFCs de cada tiro se realiza en la CDU, en función de la temperatura de la carga, proyectil, etc.

El número de disparos equivalentes (EFCs) del tubo influye notablemente en la pérdida de velocidad en boca esperada, y por tanto en la eficacia del tiro. Es importante que, con independencia de las condiciones del tiro, el valor de los EFCs del tubo quede salvaguardado. En la actualidad, si usamos el calculador NABK de la propia pieza existe un flujo de intercambio de información entre el sistema HMS y el núcleo de cálculo balístico. Así, al iniciar una misión de fuego el HMS transfiere su estado de desgaste a NABK. Conforme se va efectuando el tiro, es NABK quien actualiza de manera conveniente (según carga de proyección, proyectil, etc.) el valor de EFCs.

Finalmente, al acabar la misión de fuego, el sistema HMS ejerce su función de custodia de los EFCs y pide esta información a NABK. En el caso de que la pieza funcione en modo degradado y sin calculador balístico, el sistema HMS es capaz de medir la velocidad de retroceso del tubo, evaluando así la carga disparada y asignándole un valor más o menos aproximado de EFCs a cada disparo. El SW SB-CDU tiene por último la opción de recalibración del desgaste del tubo. En efecto, pese al recuento eficiente de EFCs, a veces los tubos se desgastan de manera distinta a lo predicho. Sólo una medida hipocelométrica del tubo es capaz de determinar el verdadero estado del desgaste. Es posible introducir una medida tal en el sistema HMS y así mejorar el recuento de EFCs. Un EFC viene a representar el desgaste probado en el tubo cañón por el disparo a máxima carga del proyectil de referencia. Para el caso del obús SIAC 155/52, se estipula como proyectil de referencia el ER02-BT y como máxima carga 6 módulos TCM (MACS6).[6]

ANEXO H. PLACAS DE ARDUINO

Las placas de arduino son plataformas que permiten la creación electrónica de código abierto¹², la cual está basada en un hardware y software abiertos permitiendo crear diferentes tipos de microordenadores¹³ en una sola placa con el fin de darles múltiples usos.

Los términos de hardware y software libre se explican a continuación.

- Hardware libre se refiere a los elementos tangibles, físicos, materiales que pueden ser replicados por otro usuario, en este caso la placa de arduino sirve como base para otros usuarios.
- Software libre se refiere a los programas informáticos cuyo código es accesible a cualquier usuario para poder utilizarlo e incluso modificarlo.

Se trata de una plataforma económica que permite conectar periféricos y puede llegar a ser programada con diferentes sistemas operativos, incluso con Windows (compatible con Talos)

Estas plataformas están basadas en un microcontrolador el cual está compuesto por circuitos integrados que permiten grabar instrucciones mediante lenguaje de programación. En definitiva, permiten crear programas interactivos con los circuitos de la placa.

Mediante la interfaz de entrada se pueden conectar a la placa diferentes periféricos, los cuales podrán trasladar la información de dichos periféricos a los microcontroladores en donde se procesarán los datos. Los periféricos que pueden conectarse dependen del uso que se le quiera dar a la plataforma, en este caso, interesa conectar sensores, los cuales son perfectamente compatibles.

Por otro lado tienen una interfaz de salida en la cual se pueden conectar periféricos que permitan materializar la información procesada en el microcontrolador, como pantallas o incluso conectar otras placas. Tienen la capacidad incluso de conectar otro tipo de componentes tales como GPS, relojes en tiempo real o pantallas táctiles LCD.

Estas plataformas ofrecen la posibilidad de ser utilizadas en proyectos IoT, el internet de las cosas, este concepto es interesante ya que posibilita la gestión de la información recogida mediante las placas de arduino a través de internet, es decir, en línea.

¹² Código abierto: modo de desarrollo de software enfocado en el acceso al código fuente.

¹³ Microordenador: computadora pequeña con un microprocesador como unidad central de procesamiento (CPU), este microprocesador suele incluir los circuitos de entrada y salida y de almacenamiento.

ANEXO I. ENTREVISTA CON GMV Y SANTA BÁRBARA SISTEMAS

El día 13 de septiembre se llevó a cabo una reunión con representantes de GMV, empresa creadora de la plataforma Talos, y de Santa Bárbara Sistemas, diseñadores del obús 155/52 SIAC, junto con el Director Militar el Capitán D. Joaquín Campillo López. En esta reunión que duró cerca de una hora y media, se realizaron diferentes preguntas y a modo de conversación se fueron respondiendo a las mismas. Las preguntas y respuestas son las siguientes:

1. Santa Bárbara S: ¿Qué posibilidad hay de mejorar los sensores actuales que detectan la munición mediante la sustitución de los mismo por sensores IoT?

“No se produciría una mejora sustancial, la pieza ya tiene sensores que detectan el consumo de munición”

2. SBS: ¿Sería posible enviar la información a los puestos de mando de manera automática y en tiempo real?

“La información se produce en los sensores y es capaz de llegar a los puestos de mando, no es en tiempo real, pero se puede introducir manualmente y enviar a través de datos al programa Talos”

3. SBS: ¿Qué se podría hacer para disminuir el tiempo de envío de datos a los puestos de mando?

“Estamos trabajando en la versión 5.0 de Talos, se podrán gestionar los datos automáticamente, más rápido y en los puestos de mando”

5. GMV: En el caso de utilizar sensores IoT, ¿qué capacidad tenemos para utilizar wifi?

“Lo primero de todo, el wifi no es un medio de comunicación que esté cifrado, por lo tanto ahí tenemos el primer problema, es vulnerable a ciberataques, por otro lado, la diferencia se representaría únicamente en que actualmente la munición consumida de las baterías llega al puesto de mando a los 5 minutos entre que se introduce en el Talos y se transmite, con el wifi la transmisión sería instantánea”

7. GMV: ¿Y de aumentar el ancho de banda de las radios PR4G?

“Actualmente el Ejército utiliza el tipo de onda que marca la OTAN, las frecuencias son limitadas y la adquisición de nuevos sistemas de radio pueden trabajar en otros espectros radioeléctricos que no cumplen con la normativa actual”

8. GMV y SBS: ¿se puede lograr un abastecimiento predictivo de la munición con los sistemas y software que actualmente se encuentra en funcionamiento?

“Ciertamente sería un buen trabajo de optimización, pero instalar sensores nuevos que funcionan por wifi únicamente para monitorizar la munición quizás sea ambicioso, y si habláramos de mantenimiento podría ser incluso rentable, pero el proyecto se centra exclusivamente en munición y con lo que ya está instalado se puede lograr esa predicción logística”

9. GMV: ¿se puede lograr una comunicación por satélite de los datos que se generan en el obús hasta los puestos de mando?

“El ejército dispone de varios modelos de satélite que funcionan realmente bien, tanto el TLX-5 como el TLX-50 podrían proporcionar un ancho de banda más que de sobra, son buenos satélites y Talos puede enviar datos a través de ellos”

Comentario y conclusiones de la entrevista

Por parte de los creadores de los sistemas Talos y SIAC se detecta cierta escepticismo en el proyecto de mejorar la versión de los sensores mediante IoT por varias razones, la primera es el coste que supone integrar esta tecnología con los medios actuales del Ejército debido a la cantidad de restricciones en seguridad como el uso de wifi. La segunda es el hecho de que los medios actuales son capaces de monitorizar la munición, no en tiempo real, pero si con una proximidad temporal desde la ejecución hasta el envío de datos, según sus opiniones el sistema actual (Talos + PR4G) es suficiente para realizar la función de Apoyo de Fuegos.

Sin embargo, actualmente no se ha llegado a automatizar y monitorizar el consumo y la disponibilidad de la munición en tiempo real. Por ello se estudiará la forma de solucionar este problema, que como resultado, supondría la anticipación de los planeamientos de las unidades de municionamiento de los itinerarios y puntos de distribución reduciendo así los tiempos respecto a los procedimientos actuales.

Esta entrevista supuso un cambio significativo en el cauce del trabajo, de forma que se pasó de buscar nuevas tecnologías y estudiar qué sensores eran viables sustituir, cuáles eran los adecuados y cómo instalarlos a buscar una solución en base a los medios ya disponibles