

Trabajo Fin de Grado

“Implantación del sistema TALOS en las unidades de
infantería y su integración en la malla de datos del
FSE”

Autor

CAC. INF. Arturo Sánchez Uriarte

Directores

Dra. Inés García Rubio
CAP. INF. José Antonio Lopera Martín

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
Año 2017

Resumen

El contexto internacional y las alianzas de las que España y, por ende el Ejército, forman parte, obliga a hacer un gran esfuerzo en mejora del material, así como, en la actualización de los procedimientos utilizados hasta la fecha. En este aspecto, nos encontramos con una serie de carencias referente al uso de morteros en Infantería que se traduce en un desfase respecto a los países de nuestro entorno. Ante esto, una solución nos la ofrece el Sistema de Mando y Control TALOS ampliamente utilizado en el Arma de Artillería que permite una mejora sustancial en el empleo táctico de los morteros.

En primer lugar, en este trabajo se va a realizar una comparación de los morteros CARDOM (TALOS integrado) recientemente adquiridos por el Ejército con los morteros asentados en tierra (forma de trabajar hasta ahora, sin TALOS). Con esto, se pretende comprobar las ventajas que nos da esta implantación y analizar las posibles deficiencias para poder subsanarlas en el futuro. Como conclusión respecto a este estudio destaca la reducción del tiempo total que implica el tiro de morteros.

En segundo lugar, partiendo de un análisis de las posibilidades reales de la implantación del sistema en un Batallón de Infantería Protegida (BIP), se pretende lograr una integración del Sistema de Mando y Control del BIP con las unidades que le apoyan, lo que significa que a través del TALOS se integren los morteros de infantería en la malla de datos de Artillería, logrando una unificación de todos los fuegos de los que dispone un jefe de Batallón para la ejecución de operaciones. Finalmente, cómo se concretará, en lo referente a este estudio ha destacado la capacidad de Mando y Control en la conducción de operaciones por parte del jefe de Batallón.

Por último, se ha estudiado la posibilidad de integrar el sistema TALOS con el mini-UAV RAVEN B de dotación en las unidades debido al progreso que han experimentado estos medios en los últimos tiempos en cuanto a su uso. En este último estudio hay que resaltar la capacidad de levantar un objetivo imprevisto por parte del jefe de Batallón.

Abstract

The international context and the alliances of which Spain and, also the Army, they form a part, forces to do a great effort in improvement of the material, as well as, in the update of the procedures used up to the date. In this aspect, we meet a series of relating lacks to the use of mortars in Infantry that is translated in a lack of coordination with regard to the countries of our environment. Before this, a solution is the System of Control and Control TALOS widely used in the Branch of Artillery that allows a substantial improvement in the tactical employment of the mortars.

Firstly, in this work there is going to be realized a comparison of the mortars CARDOM (integrated TALOS) recently acquired by the Army by the mortars seated in land (way of working till now, without TALOS). With this, one tries to verify the advantages that this implantation gives us and to analyze the possible deficiencies to be able to correct them in the future. As conclusion with regard to this study emphasizes the reduction of the total time that implies the shot of mortars.

Secondly, departing from an analysis of the royal possibilities of the implantation of the system in a Battalion of Protected Infantry (BIP), one tries to achieve an integration of the System of Control of the BIP with the units that support him, which means that across the TALOS the mortars of infantry join the mesh of information of Artillery, achieving a unification of all the fires which a chief of Battalion has for the execution of operations. Finally, how it will make concrete, in what concerns this study has stood out the capacity of Control and Control in the conduction of operations on the part of the chief of Battalion.

Finally, there has been studied the possibility of integrating the system TALOS with the mini-UAV RAVEN B of endowment in the units due to the progress that these means have experienced in the last times as for his use. In the latter study it is necessary to highlight the aptitude to raise an unforeseen aim on the part of the chief of Battalion.

Agradecimientos

De forma general, querría expresar mi reconocimiento y agradecimiento a todas aquellas personas que, gracias a su colaboración, han contribuido a la realización de este trabajo fin de grado.

En primer lugar, y con el debido respeto y subordinación, agradecer al Teniente Don Jose Francisco Espejo Fernández, Jefe de la Sección de Morteros de Largo Alcance del Batallón “Toledo”; por su total disponibilidad a la hora de colaborar con la realización de este trabajo y facilitando lo máximo posible las tareas necesarias en una etapa en la cual la instrucción de su unidad era prioridad absoluta.

En un segundo lugar, mi sincero agradecimiento a la 2ª Compañía del citado Batallón, lugar dónde he realizado las prácticas, por la calurosa acogida y la grata estancia a lo largo del periodo.

Por último, un agradecimiento tanto al Director Militar, el Capitán Don José Antonio Lopera Martín y al Director Académico Doña Inés García Rubio, por su participación de forma activa e incesante en el desarrollo de esta memoria.

Índice

Resumen	iii
Abstract	iv
Índice de figuras	xi
Índice de tablas	xi
Lista de Acrónimos.....	xii
Capítulo 1. Introducción	1
1.1. Sistema de Mando y Control TALOS	2
1.1.1. Composición y funcionalidades	3
1.2. Orgánica y estado del arte del BIP II/3 “Toledo”	4
1.3. Empleo táctico de sistemas de morteros con TALOS en una pequeña unidad (PU)	5
1.4. Objetivos y alcance del proyecto.....	7
1.5. Metodología.....	7
Capítulo 2. Comparación CARDOM vs morteros desplegados en tierra	9
2.1. Mortero embarcado CARDOM.....	9
2.2. Datos obtenidos en las maniobras y análisis de resultados	10
Capítulo 3. Integración de TALOS en la malla de datos de Artillería	14
3.1. Implantación del sistema TALOS en una unidad de morteros	14
3.2. Implementación y pruebas en maniobras.	17
Capítulo 4. Integración de TALOS en los drones mini-UAV RAVEN	22
4.1. Planificación	22
4.2. Maniobras y análisis de resultados	22
Capítulo 5. Conclusiones	26
Apéndice A. Organigramas	29
Apéndice B. Configuración del TALOS.....	31
Apéndice C. Cálculos del análisis t-student	40

Apéndice D. Cardom.....	47
Bibliografía.....	57

Índice de figuras

Figura 1: Subsistemas del Sistema TALOS.	3
Figura 2: Orgánica y material actual de la Sección de Morteros Medios de Largo Alcance (SCMMLA).	5
Figura 3: Integración del sistema de morteros con TALOS implantado en un GT.	6
Figura 4: Integración del sistema de morteros con TALOS implantado en un S/GT. Fuente: (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2013).	6
Figura 5: Mortero embarcado sobre VAMTAC.	10
Figura 6: Mortero asentado en tierra.	10
Figura 7: Gráfico comparativo de las medias de los distintos parámetros de ambos sistemas.	12
Figura 8: Idea inicial del proceso de transmisión de la información. Fuente: Elaboración propia.	15
Figura 9: Material necesario para la implantación de TALOS en la SCMMLA.	15
Figura 10: Material necesario para la implantación en una SAPO.	17
Figura 11: Configuraciones que el sistema TALOS proporciona actualmente.	19
Figura 12: Transmisión de la información más flexible actualmente.	20

Índice de tablas

Tabla 1: Resultados comparativos de ambos sistemas.	11
Tabla 2: Material necesario a adquirir.	16
Tabla 3: Material necesario a adquirir.	17
Tabla 4: Proceso para la obtención de las coordenadas de un objetivo.	24

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Coche simulado (Objetivo 1)	23
Ilustración 2: Personal en COTA 802 (Objetivo 2)	23

Lista de Acrónimos

ACA	Artillería de Campaña
BIP	Batallón de Infantería Protegida
BMR	Blindado Medio sobre Ruedas
Bón.	Batallón
Cía.	Compañía
CMT	Campo de Maniobras y Tiro
DEN	Destacamento de Enlace
DGAM	Dirección General de Armamento
ET	Ejército de Tierra
FNA	Fuego Naval de Apoyo
FSE	Fire Support Element
MAPO	Mando y Apoyo
OAV	Observador Avanzado
OM	Observador de Morteros
PC	Puesto de Mando
PDA	Personal Digital Assistant
Pn.	Pelotón
PU	Pequeña Unidad
SAPO	Sección de Armas de Apoyo
Sc.	Sección
S/GT	Subgrupo Táctico
Tte.	Teniente
TOA	Transporte Oruga Acorazado
VAMTAC	Vehículo de Alta Movilidad Táctica

Capítulo 1. Introducción

El actual panorama internacional en el que nos encontramos, y teniendo en cuenta la cantidad de alianzas de las que el Ejército español forma parte, obliga al mismo a estar a la altura de los países del entorno. Esto nos lleva a una situación en la que los ejercicios entre los ejércitos de los distintos países están a la orden del día, con ello, es imposible entender la guerra sin una colaboración e integración entre las distintas armas. Por tanto, estas exigencias nos permiten comprobar las limitaciones actuales como la imposibilidad del jefe del Batallón de saber la localización de su unidad de morteros o la imposibilidad de levantar objetivos de los mismos. Una posibilidad viable para subsanar algunas limitaciones es la utilización del Sistema de Mando y Control TALOS.

Doctrinalmente, los morteros son medios orgánicos de apoyo por el fuego, a disposición del jefe de una pequeña unidad para realizar su maniobra, integrándose en el sistema de apoyos de fuego cuando proceda. Se trata de un sistema de armas con capacidad para realizar tiro vertical (ángulo de tiro superior a 800 milésimas, 45°) disparando un proyectil con una elevada trayectoria y gran ángulo de incidencia, lo que permite atacar objetivos en desenfilada¹. (Gonzalo, 2012)

Las pequeñas unidades batallón y compañía de infantería cuentan respectivamente en su orgánica con una sección y un pelotón de morteros detallados en el Apéndice A.

Los morteros son los únicos elementos orgánicos² de apoyo de fuegos que dispone una unidad de infantería. Su finalidad es, esencialmente, batir zonas determinadas causando un efecto de supresión en el enemigo sin tener que exponerse al mismo. Por tanto, no se busca eliminar o destruir un objetivo concreto si no neutralizar la acción enemiga mediante el fuego indirecto, es decir, el fuego realizado desde una posición a cubierto y sin visión directa con el enemigo.

Desde sus inicios ha sido un arma imprescindible, pero su funcionamiento y empleo es prácticamente igual desde su aparición en la Primera Guerra Mundial. La unidad se divide en: un equipo calculador (compuesto por el jefe de la unidad y su plana y ubicado en un observatorio desde donde adquiere y controla objetivos, transmitiendo vía radio los datos de tiro a las piezas, y corrigiendo el mismo) y, por otro lado, la línea de piezas (compuesta por las escuadras de morteros que reciben datos de tiro y efectúan el mismo) Este empleo táctico, el cual se basa en el enlace vía radio da lugar, en la actualidad, a una serie de deficiencias:

- La orgánica actual dispone que el equipo calculador sólo está presente en el mando de la sección. Esto obliga a los morteros a situarse en una línea de piezas única o a adoptar un despliegue geométrico reducido impidiendo una mayor flexibilidad.
- No están integrados en ningún sistema digitalizado, de Mando y Control, de Dirección de Fuegos, de Adquisición, Vigilancia, Observación y Evaluación de Efectos (Integración en el sistema de Apoyos de Fuego/sistema de Mando, solamente en fonía, es decir, por radio).
- Los morteros de dotación en las unidades y sus plataformas vehiculares portamorteros son obsoletos debido a la actualización de los vehículos del Batallón.

¹ Objetivos ocultos tras una masa de terreno, es decir, no hay enlace visual directo con el enemigo.

² Que se encuentran en la plantilla de una unidad determinada por lo que depende del jefe de dicha unidad.

- Municiones disponibles clásicas no guiadas, lo que supone una falta de precisión y dispersión notables.
- No disponen de sistemas de protección ante armas de carácter nuclear, biológico y químico (NBQ).
- No cuentan con sistemas de posicionamiento y orientación integrados en el arma/plataforma.
- Los cálculos del tiro se efectúan con una calculadora o manualmente. Además, la ejecución del tiro (asentamiento del mortero, introducción de datos, puntería, carga, disparo y corrección del tiro) es también manual con la pérdida de tiempo que esto supone.
- Los medios de adquisición, vigilancia y observación, no son orgánicos por lo que hay que prescindir de ellos en la instrucción diaria.

En la actualidad, como han hecho otros ejércitos de nuestro entorno, el Ejército español debe proceder a actualizar el concepto de empleo del mortero (detallado en la lista anterior). Para ello, los avances técnicos, la integración de los sistemas y las mejoras en las armas y municiones, aportan nuevas posibilidades de empleo utilizando medios ya existentes en el Ejército de Tierra. El sistema TALOS, ampliamente instaurado en Artillería, constituye un avance en este sentido, por lo que recientemente se ha trabajado para implantar este sistema en unidades de morteros en Infantería. Este trabajo constituye un esfuerzo en este sentido.

El marco de este trabajo es el Batallón de Infantería Protegida “Toledo”, en el cual se han realizado las prácticas externas del grado, que es el principal usuario de las unidades de morteros. Además, la intención del presente trabajo no sólo es estudiar la posibilidad de implantación del sistema TALOS en el BIP “Toledo” si no afianzarlo de tal forma que el uso del sistema se vuelva rutinario en el mismo.

1.1. Sistema de Mando y Control TALOS

El sistema de mando y control TALOS es, básicamente, un programa informático utilizado por los distintos actores que están involucrados en los apoyos de fuegos, de tal forma que se tiene información de los mismos en tiempo real, lo que implica una mejora en la conducción de las operaciones.

El sistema, adquirido por la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) y desarrollado por la empresa civil GMV, es un sistema de mando y control distribuido a dos niveles de mando, que permite realizar la coordinación y ejecución de apoyo de fuego integrado en la maniobra terrestre de Brigada y batallones. Los apoyos de fuego abarcan los considerados en la doctrina: artillería de campaña (ACA), morteros, fuego naval de apoyo (FNA) y el apoyo aéreo, en apoyo a la operación terrestre. (Ministerio de Defensa, 2014)

Por tanto, el sistema TALOS permite planear y conducir la maniobra de las unidades implicadas en operaciones, facilitando la toma de decisiones en relación al posicionamiento y seguimiento de las fuerzas propias (al posicionar sobre la cartografía de la pantalla las unidades con coordenadas GPS), adquisición de objetivos (mediante un telémetro láser localiza las coordenadas del objetivo),

corrección del tiro (calcula los datos de tiro corregidos automáticamente) y, especialmente, en la conducción de los apoyos de fuegos (conecta a todos los usuarios en una misma malla³)

1.1.1. Composición y funcionalidades

El sistema, a su vez, está compuesto por dos programas de distinta funcionalidad que están conectados por un enlace T2T (Terminal a Terminal): (Figura 1: Subsistemas del Sistema TALOS.

- Subsistema táctico: Este subsistema permite la gestión táctica del planeamiento y control de las operaciones por lo que es utilizado por los distintos Puestos de Mando (PC) y por las distintas células con Personal Digital Assistant (PDA)
- Subsistema técnico: Está diseñado para la gestión y coordinación del tiro, es decir, la conducción de la operación y los aspectos técnicos del tiro. Las células usuarias de este subsistema son los diferentes sistemas de armas encargados de la ejecución del tiro y de los apoyos de fuego (ACA, Morteros y FNA). En morteros corresponde a la Sección de Morteros Medios de Largo Alcance (SCMMLA) y al Pelotón (Pn.) de morteros.⁴

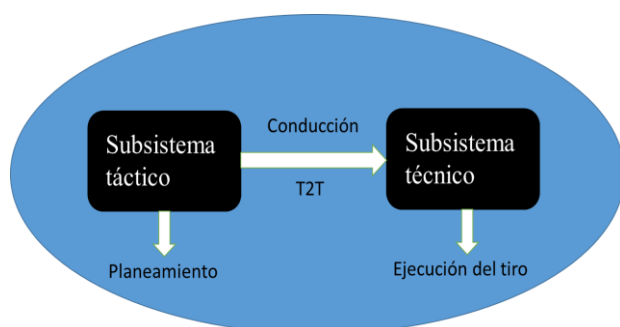


Figura 1: Subsistemas del Sistema TALOS.

Fuente: Elaboración propia.

Ambos subsistemas pueden trabajar de forma autónoma o integrada siendo esta última la que más rendimiento ofrece ya que proporciona las siguientes funcionalidades:

³ Red de comunicación que conecta a radios que operan en la misma frecuencia.

⁴ La Sección de Morteros Medios de Largo Alcance está encuadrada en la Compañía de Mando y Apoyo (MAPO) de un Batallón de Infantería. Por su parte, el Pelotón de Morteros pertenece a la Sección de Armas de Apoyo de una Compañía de fusiles. (Apéndice A)

- Planeamiento de operaciones: organizar y gestionar los medios disponibles, realizar planes de fuegos adecuados o diseñar la matriz de fuegos.
- Conducción de operaciones.
- Localización de unidades: plasmar las distintas unidades empeñadas en la operación sobre cartografía.
- Peticiones de fuego: transmitir peticiones de fuego planeadas en la matriz de fuegos o imprevistas.
- Comunicación entre usuarios: transmitir mensajes e información a otro usuario e incluso redactar informes.

Para llevar a cabo la coordinación y conducción de las operaciones hay definidos en el sistema una serie de usuarios o células que están organizadas en niveles de jerarquía, teniendo acceso a la información y la funcionalidad correspondiente a su misión. Los distintos usuarios y el protocolo usado están basados en la ejecución de los apoyos de Artillería de Campaña, es decir, en su forma de trabajar, ya que el programa fue originalmente diseñado para dicho Arma. Por ejemplo, la secuencia de ejecución de un apoyo de fuego usando TALOS sería: el observador avanzado designa un objetivo con el telémetro láser y pide una acción de fuego, las coordenadas de este objetivo pasan automáticamente a estar a disposición del jefe del destacamento de enlace (DEN) y de todas las piezas a través del sistema TALOS. El programa calcula los datos de tiro de todas las piezas de modo que cuando el jefe autoriza se puede hacer fuego inmediatamente.

El trabajo descrito en esta memoria se centra en el subsistema TALOS técnico puesto que las pruebas realizadas no se refieren a tareas de planeamiento, sino a designación de objetivos y ejecución del tiro. En el apéndice B se detallan los pasos a seguir para la configuración del sistema TALOS, principalmente en lo referente al subsistema técnico.

1.2. Orgánica y estado del arte del BIP II/3 “Toledo”

Antes de analizar la implantación del sistema TALOS en las unidades de morteros del BIP “Toledo” es necesario conocer la orgánica y situación actual en la que se encuentra, así como el material del que dispone. Dicha orgánica es similar al de cualquier Batallón de Infantería (Apéndice A). La SCMMLA (Figura 2) está formada por:

- Plana de Mando: Teniente jefe de la SCMMLA, Brigada jefe de la Plana, Cabo 1º calculador de datos de tiro, Cabo telemetrista y Soldado conductor.
- Tres Pelotones homogéneos: Sargento 1º jefe de Pelotón cuyo Pn. está compuesto por dos escuadras homogéneas con un Cabo jefe de Escuadra, Soldado sirviente de morteros y dos Soldados conductores.



Figura 2: Orgánica y material actual de la Sección de Morteros Medios de Largo Alcance (SCMMLA).

Fuente: (Barco Núñez, 2016)

Centrándonos en el BIP “Toledo” hay que destacar que personal del mismo ya ha trabajado con el sistema y su implantación en las unidades de morteros, habiendo operado, de igual forma, con los morteros CARDOM en operaciones. Esto indica que la implantación no parte de cero, buscando con este trabajo un avance en dicha implantación. Como antecedente, entre las experiencias de dicho personal cabe destacar las recopiladas en unas maniobras en el año 2015 (Alfas Reunidas) dónde se realizaron diferentes pruebas: el envío de la lista de objetivos confeccionada por el Fire Support Element (FSE) para el apoyo a la maniobra, envío de objetivos no planeados por parte de los observadores avanzados de Artillería (OAV) a la Sc de morteros o el seguimiento de la maniobra en tiempo real. (Cap. Lopera, 2015) Estas pruebas se realizaron en ese momento puntual, sin experimentarlas en un tema táctico de fuego real y sin conseguir una continuidad de dicha colaboración con miembros de Artillería.

1.3. Empleo táctico de sistemas de morteros con TALOS en una pequeña unidad (PU)

En ambiente convencional, normalmente, una pequeña unidad (GT o S/GT) integra sus unidades de apoyo de fuegos en el sistema de una organización operativa superior⁵. Sin embargo, cuando no es así, dicha PU organizará su propio “Sistema de Morteros” (únicamente con elementos de infantería) con los subsistemas mostrados en la Figura 3 y Figura 4 dónde se muestra el siguiente procedimiento en un ambiente táctico:

- El observador de morteros (OM), el cual acompaña a las unidades de combate y está dotado de un terminal TALOS y de un telémetro, señala los objetivos y transmite las peticiones de fuego de su unidad de combate.

⁵ Esta integración, con el sistema TALOS implantado en las unidades de morteros, será tratado en el apartado 2.2.

- Estos datos son recibidos simultánea e instantáneamente por el jefe de la unidad superior y por todas las escuadras de morteros.
- Se calculan los datos de tiro y el jefe de la unidad de morteros envía vía datos (TALOS) datos suplementarios y ordena la acción de fuego si la unidad superior no ha vetado la petición.
- El OM corrige el tiro vía datos (TALOS) y se repite el proceso.

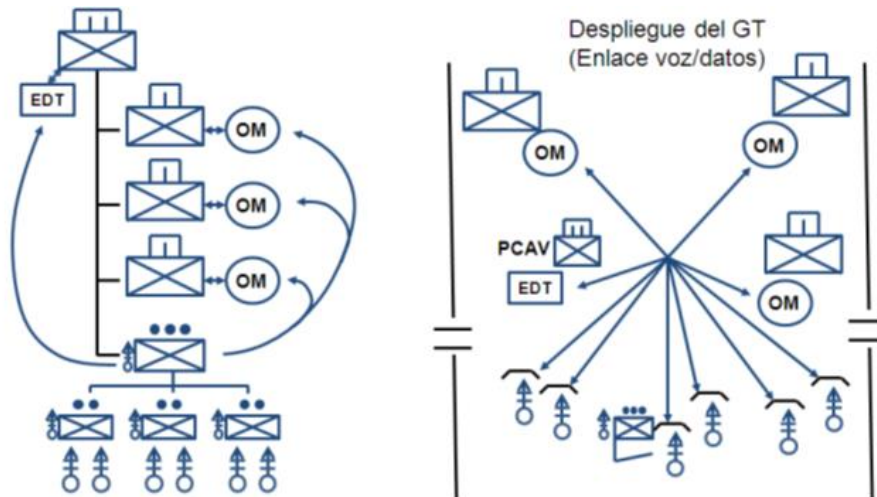


Figura 3: Integración del sistema de morteros con TALOS implantado en un GT.

Fuente: (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2013)

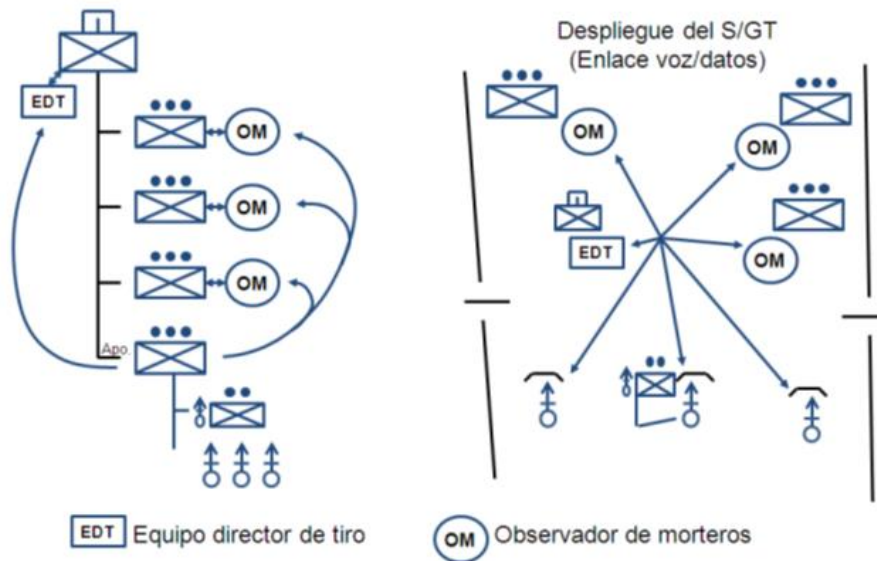


Figura 4: Integración del sistema de morteros con TALOS implantado en un S/GT. Fuente: (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2013)

El sistema TALOS como se ve, permite una descentralización completa ya que los datos son recibidos por cada escuadra de morteros. Esto permite una mayor seguridad ante el fuego enemigo y progresar más cerca de las unidades a las que apoyan. A pesar de esto, el empleo más conveniente es centralizado ya que permite una mayor concentración de fuego sobre un objetivo para batirlo (característica esencial de los morteros)

1.4. Objetivos y alcance del proyecto

El objetivo del presente trabajo es avanzar en la implantación del sistema TALOS en unidades de tipo batallón de infantería con el mínimo presupuesto posible. En concreto, se plantean los siguientes objetivos en tres frentes distintos de acción:

- 1.- Comparar la efectividad de los morteros integrados en el sistema TALOS con la de morteros que no lo están.
- 2.- Lograr la integración de la sección y el pelotón de morteros en la malla de datos TALOS del Batallón. Con esto se busca lograr una mayor rapidez y eficacia en la ejecución del tiro de morteros al mismo tiempo que lograr una mejora en la conducción de las operaciones dando al jefe del Batallón mejores posibilidades de ejecución de las mismas.
- 3.- Explorar la viabilidad de introducir información obtenida por drones en el sistema TALOS.

Todo esto, como ya se ha explicado en la introducción, para afianzar la implantación del sistema en el BIP “Toledo” siendo su uso rutinario.

1.5. Metodología

La realización de este trabajo se ha llevado a cabo en tres fases: estudio de la situación actual y la realidad del BIP en lo referente al sistema TALOS, ejecución de las pruebas realizadas y, por último, análisis de las mismas.

La Fase I del trabajo ha consistido, lógicamente, en la integración laboral en el BIP “Toledo” II/3 y en la recopilación de datos y documentación debido al desconocimiento del tema. Para ello, la metodología seguida fue la búsqueda y lectura de toda la información disponible en la intranet del ET así como en manuales y publicaciones de carácter oficial. Así mismo ha sido de gran utilidad coloquios mantenidos con personal especialista en TALOS destinada en el propio BIP para conocer la información suficiente para realizar el plan de actuación.

La Fase II ha consistido en la realización de tres estudios durante unas maniobras en el CMT Renedo-cabezón (Valladolid) el pasado mes de Octubre. Para ello, en los tres casos se tomaron datos de una serie de parámetros de forma empírica y presencial durante los distintos ejercicios realizados con y sin fuego real por el personal del BIP “Toledo”.

La Fase III ha consistido en el análisis de los datos tomados durante la experimentación en las nombradas maniobras. Para ello se han utilizado distintas herramientas:

- En el primer caso se ha realizado un análisis estadístico t-student a partir de cinco medidas tomadas de cinco parámetros distintos durante la semana de maniobras.

- En el segundo caso se han comparado dos configuraciones distintas del sistema en relación a la flexibilidad y control de las unidades que nos ofrecen dichas configuraciones. se ha realizado un análisis estadístico t-student a partir de cinco medidas tomadas de cinco parámetros distintos durante la semana de maniobras.
- Por último, en el tercer caso se ha realizado un análisis de las ventajas que nos ofrece el estudio a través de dos parámetros imprescindibles para dichas ventajas.

Capítulo 2. Comparación CARDOM vs morteros desplegados en tierra

En este primer estudio se va a analizar una opción que nos puede dar el sistema cuando opera el Batallón de infantería aislado. Se va a experimentar si hay una reducción real y considerable del tiempo en la ejecución del tiro de morteros comparando el mortero CARDOM (con TALOS) y morteros asentados en tierra (sin el sistema). Todo ello analizado y experimentado en un tema táctico de fuego real durante las maniobras en Renedo-Cabezón.

2.1. Mortero embarcado CARDOM

El mortero embarcado sobre Vehículo de Alta Movilidad Táctica (VAMTAC) a diferencia de los morteros desplegados en tierra destaca por las siguientes características: (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014)

- Hace fuego en menos de dos minutos tras una rápida y sencilla entrada en posición.
- Margen de error de tiro alrededor de veinte metros.
- Capacidad de calcular los datos de tiro y corregir la posición por sí mismo, automáticamente gracias al sistema TALOS que lleva integrado.

A estas características se le añade la instalación del mortero sobre plataforma ligera (VAMTAC) ya que hasta ahora las tropas españolas contaban con dos vehículos que incorporaban sistemas de mortero: el Blindado Medio sobre Ruedas (BMR) y el Transporte Oruga Acorazado (TOA), ambas plataformas pesadas.

El sistema está compuesto por tres subsistemas:

- La plataforma es el VAMTAC del modelo S-3, aunque se diferencia del resto de los que dispone el Ejército en que tiene un menor blindaje. El chasis ha sido específicamente diseñado para soportar los esfuerzos transmitidos por el mortero durante el fuego. El vehículo está preparado para trasladar a cuatro tripulantes en la cabina -el jefe del sistema, el conductor, el cargador y el sirviente-, y su santabárbara (depósito de munición) tiene capacidad para transportar 48 granadas aerodinámicas.
- El arma es el mortero CARDOM de 81 mm (el calibre de los embarcados en TOA es de 120 mm) y permite una cadencia de 12 disparos por minuto. La velocidad máxima que alcanza el proyectil es de 330 metros por segundo y el alcance de las granadas es de 6.900 metros.
- El sistema de Mando y Control es el Sistema Unificado de Apoyos de Fuego TALOS, en donde se ha integrado un módulo específico para morteros. Funciona con la radio PR4G V3 (en la actualidad necesita dos una para el envío de datos del sistema TALOS y otra para fonía para comunicación por voz), que lleva GPS

incorporado. Además del conjunto GPS está dotado también de un navegador inercial, que permite conocer en todo momento la posición del vehículo, incluso cuando se pierda la señal satélite. Es decir, que tiene autonomía sin referencia de topografía. El procedimiento de tiro del CARDOM a través del sistema TALOS está detallado en el Apéndice D.



Figura 5: Mortero embarcado sobre VAMTAC.

Fuente: Mando de Apoyo Logístico del Ejército (MALE)



Figura 6: Mortero asentado en tierra.

Fuente: Manual de instrucción Mortero CARDOM 81 mm

2.2. Datos obtenidos en las maniobras y análisis de resultados

En dos semanas de instrucción y adiestramiento del personal con los morteros CARDOM (utilización del vehículo, entradas en posición, cambios de asentamiento y procedimiento y ejecución del tiro)⁶ se está en condiciones de realizar el ejercicio táctico de fuego real. A continuación, en la Tabla 1 se van a detallar los resultados obtenidos en el ejercicio táctico en lo referente a la comparación del mortero embarcado con TALOS integrado y morteros desplegados en tierra sin dicho sistema para, posteriormente, analizar dichos resultados mediante la herramienta estadística t-Student.

⁶ Los mandos y el personal indispensable ya está instruido en la utilización del sistema TALOS

Para ello, se han utilizado los parámetros más influyentes en la eficiencia del tiro de morteros (Tabla 1): Tiempo en hacer fuego (tiempo medido con cronómetro desde que el mortero está en posición hasta que sale la granada del tubo) Eficacia del tiro (distancia medida en metros desde dónde cae la granada hasta el lugar del objetivo) Tiempo en corregir (tiempo medido desde que se sabe dónde ha caído la primera granada hasta que se efectúa un nuevo disparo) Tiempo en cambio de asentamiento (tiempo en llegar a otra posición de tiro) y Fuego ante objetivo imprevisto (tiempo medido desde que se localiza un objetivo no previsto hasta que se hace fuego). Se ha llegado a los siguientes resultados⁷:

PARÁMETROS (n=5)	MORTERO CARDOM	MORTERO EN TIERRA	P valor
Tiempo en entrar en posición	11'	10.5'	
Tiempo en hacer fuego	20'',15'',25'',19'',21'' Media: 0.333'	6',5',5.5',7',6.5' Media: 6'	<0.0005
Eficacia en el tiro (m)	15,10,30,25,35 Media: 23	100,110,80,60,50 Media: 80	<0.0005
Tiempo en corregir	45'',1',1.5',30'',1.25' Media: 1'	6',7',7.5',6.5',8' Media: 7'	<0.0005
Tiempo en cambio de asentamiento	5',4',7',6',3' Media: 5'	10',9.5',11',9',10.5' Media: 10'	<0.0005
Fuego ante objetivo imprevisto	1',0.5',1.5',0.75',1' Media: 0.95'	4.5',3.5',5',3',4' Media: 4'	<0.0005
Envío de datos	Chat	Fonía	
Información meteo	Sí	No	

Tabla 1: Resultados comparativos de ambos sistemas.

Fuente: Elaboración propia

⁷ El parámetro "Tiempo en entrar en posición" no se ha tenido en cuenta en el análisis debido a que se ha incluido el tiempo de inicio del programa TALOS en dicho tiempo.

Los dos últimos "parámetros" son a nivel informativo.

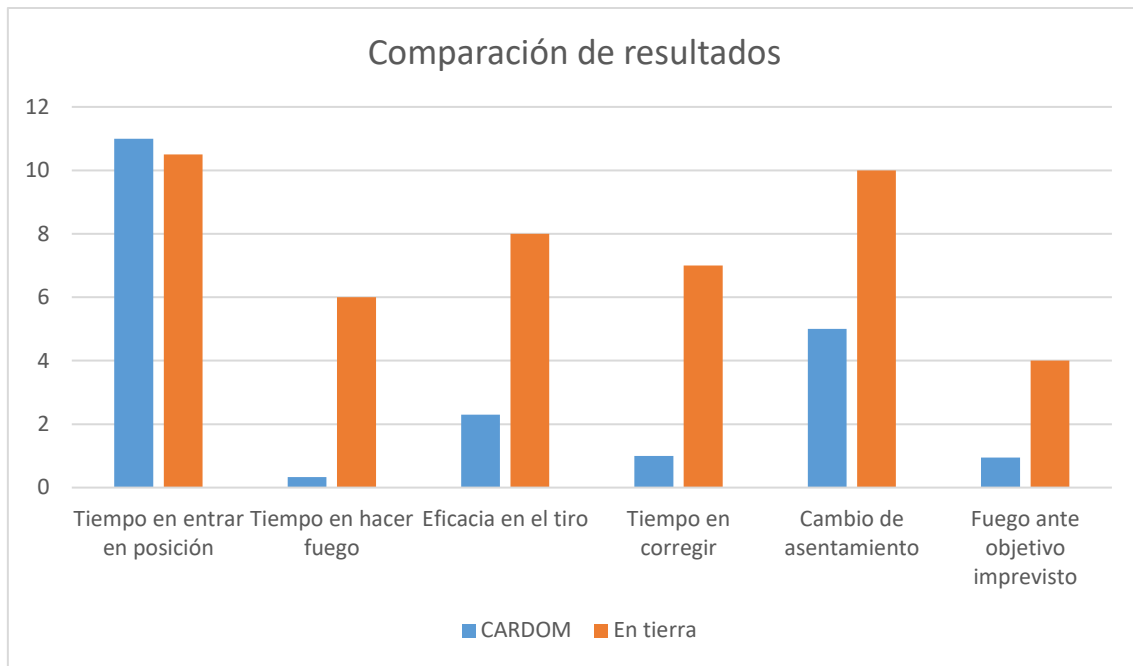


Figura 7: Gráfico comparativo de las medias de los distintos parámetros de ambos sistemas.

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE RESULTADOS (T-STUDENT)

El tamaño de la muestra para los parámetros medidos es pequeño ($n = 5$) debido al limitado número de granadas disponibles. Por ello, las diferencias entre los dos sistemas estudiados y, por consiguiente, las mejoras que el sistema TALOS produce se van a analizar a través de la herramienta t-student, que es una distribución de probabilidad normalmente distribuida cuando el tamaño de la muestra es pequeño. (Pearson Prentice Hall, 2007) Por tanto, se utiliza cuando deseamos comparar dos medias de poblaciones, dependientes o independientes, suponiendo que siguen una distribución normal. (Álvarez, 2014) Para ello, se propone una hipótesis inicial (en este caso, la media de los resultados de los diferentes parámetros para ambos sistemas es igual) la cual se acepta o se rechaza al comparar ambos sistemas (los parámetros y datos son los mostrados en la Tabla 1). Para realizar este análisis y poder hacer los cálculos es necesario:

- Ver si la muestra es dependiente o independiente. En este caso, las muestras son dependientes debido a que se han obtenido de la misma unidad haciendo el mismo ejercicio y en el mismo periodo y lugar. (Merino, 2007)
- Tener presente el concepto de “grados de libertad”. Esta terminología resulta del hecho de que si bien s^2 está basada en n cantidades $x_1 - \bar{x}$, $x_2 - \bar{x}$, ..., $x_n - \bar{x}$, éstas suman cero, así que especificar los valores de cualquier $n-1$ de las cantidades determina el valor restante. Grados de libertad = número de mediciones-1 (Pearson Prentice Hall, 2007) En este caso para todos los parámetros el grado de libertad es 4 ($n-1$)

- Necesidad de poner a prueba el supuesto de varianzas iguales mediante una prueba de hipótesis con $\alpha = 0.05$ usando el estadístico de prueba F de Snedecor: $(F = \frac{S_{CT}^2}{S_{ST}^2})$

Siendo la hipótesis inicial; $H_0: \frac{\sigma_{CT}}{\sigma_{ST}} = 1$

Para los datos obtenidos de ambos sistemas, la prueba t-student ha concluido de la siguiente forma: (Ver Apéndice C)

1. Comprobar si las varianzas son iguales:

Para todos los parámetros la prueba F de Snedecor ha concluido que se acepta la hipótesis inicial por lo que las varianzas son iguales en todos ellos.

2. Comparación de las medias de los parámetros en ambos sistemas.

Hipótesis: $H_0; \mu_{ST} - \mu_{CT} = 0$ La media de los resultados de los diferentes parámetros para ambos sistemas es igual. ($H_1; \mu_{ST} - \mu_{CT} > 0$)

Para todos los parámetros se ha concluido que se rechaza la hipótesis inicial, por lo que las medias de los dos sistemas son distintos en todos los parámetros analizados.

3. P valor y la significación estadística:

Este valor se utiliza para determinar si los resultados son estadísticamente significativos. Dicho valor p es un cálculo de la probabilidad de obtener los resultados medidos siendo la hipótesis inicial cierta. Por tanto, cuanto mayor sea el valor de p, más respaldada estará la hipótesis inicial, y viceversa.

Con los resultados, reflejados en la Tabla 1 y calculados en el Apéndice C, podemos concluir que al ser el p valor inferior a 0.05 en todos los casos (de hecho $p < 0.0005$) es muy poco probable que la diferencia entre los datos obtenidos para los dos sistemas sean debidos al azar y la hipótesis inicial sea cierta. Esto significa que el sistema TALOS integrado en el mortero CARDOM es responsable de esta diferencia ya que los parámetros que más difieren son “Tiempo en hacer fuego”, “Tiempo en corregir” y “Fuego ante objetivo imprevisto”

Como se puede apreciar en dicha tabla y en el análisis realizado, con la utilización del mortero embarcado CARDOM (causante de mejora en el parámetro “eficacia en el tiro” debido a la estabilidad que le proporciona el montaje sobre VAMTAC) y debido al sistema TALOS (siendo el elemento causante de la reducción de todos los parámetros relacionados con el tiempo) se obtiene: una mayor flexibilidad en la ejecución, lo que implica una mayor supervivencia de la unidad, y un mayor volumen de fuego, al reducir los tiempos en la ejecución del tiro.

Capítulo 3. Integración de TALOS en la malla de datos de Artillería

El segundo estudio, siendo el más útil y real, es la integración de los morteros de infantería en la malla de datos de Artillería, consiguiendo así la plena integración de los fuegos a nivel Batallón. Respecto a ello, se va a detallar la línea de ejecución seguida por el Jefe de la Sección de Morteros Medios de Largo Alcance (JSCMMLA) al que pude acompañar para lograr dicha integración. (Tte Espejo, 2016). Antes de realizar dicha integración lo primero que se ha de realizar es implantar el sistema TALOS en dicha unidad con el menor presupuesto posible y, consiguiendo una continuidad en la implantación, es decir, que se adquieran los medios para que el personal de la Sc. se pueda instruir día a día.

3.1. Implantación del sistema TALOS en una unidad de morteros

Se ha visto en el apartado anterior de esta memoria la utilidad y las posibilidades reales que puede dar la implantación del sistema en la SCMMLA de cualquier Batallón de Infantería. La realidad es que dicha implantación ha sido efectuada en momentos puntuales (los medios no se adquirieron) y no se ha efectuado a nivel general ni en el día a día de las unidades. Sin embargo, teniendo en cuenta la inviabilidad de cambiar la orgánica o aumentar la plantilla del BIP “Toledo” II/3 debido a la gran inversión que esto conlleva, es prácticamente imposible la implantación completa del sistema TALOS en sus unidades de morteros en un futuro cercano actuando como un GT aislado (sin apoyos de otras Armas) o de igual forma sus compañías como S/GT,s aislados.⁸

Por estas razones la implantación de este sistema ha de realizarse en el contexto de la integración de los apoyos de fuego de una PU en el sistema de una organización operativa superior y con otros apoyos como por ejemplo la Artillería, dónde el sistema está implantado. Esto permite un ahorro en material y personal por parte del Batallón de Infantería, es decir, se prescinde de personal de infantería que realizaría las mismas funciones que el personal de artillería con la diferencia de que estos últimos tienen en dotación el material necesario (telémetro láser y terminal TALOS)

Por esto, se considera los observadores de morteros (OM) mencionados en el apartado 1.3 como los Observadores Avanzados (OAV) de Artillería y el equipo de dirección de tiro (EDT) sustituido por el Destacamento de enlace (DEN) del mismo arma. Por tanto, el proceso sería el que se muestra en la Figura 8:

⁸ Esto se puede observar en la cantidad de observadores de morteros necesarios para un correcto empleo táctico (Ver Figura 3 y Figura 4)

- El OAV levanta un objetivo.
- Dicho objetivo es enviado al DEN, que se encuentra en el PCBON, quien valida la acción de fuego y designa quién la ejecuta.
- Si se asigna a la SCMMLA de GT, el DEN envía la petición de fuego al JSCMMLA
- El JSCMMLA decide con qué medios bate el objetivo y transmite el objetivo vía datos gracias a TALOS.

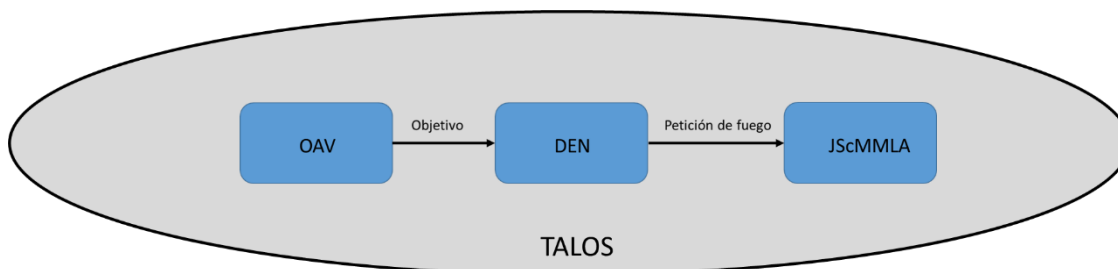


Figura 8: Idea inicial del proceso de transmisión de la información. Fuente: Elaboración propia

Por tanto, teniendo en cuenta lo anterior, el material necesario para la implantación en la SCMMLA se refleja en la Figura 9.

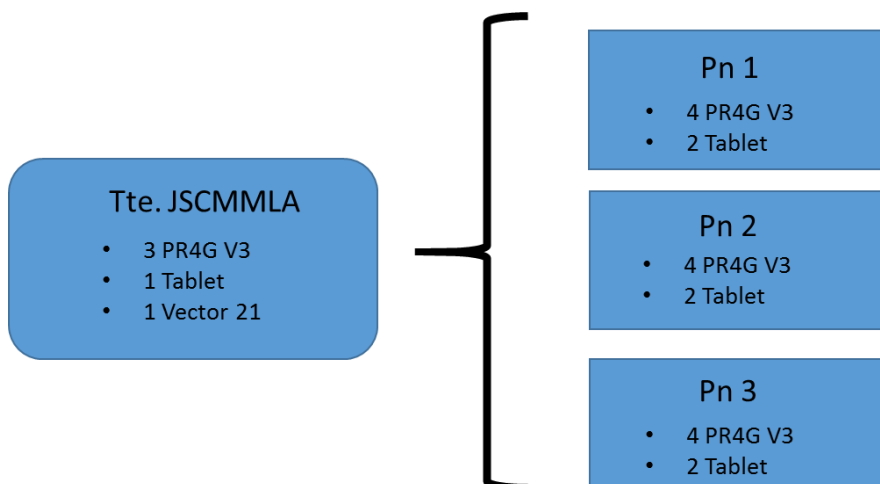


Figura 9: Material necesario para la implantación de TALOS en la SCMMLA.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 9 se puede ver que el teniente jefe de la sección necesita: 3 PR4G V3 (1 de ellas para la malla de fonía de la unidad superior y las otras 2 son necesarias para el sistema TALOS que exige usar una para fonía y otra para datos) 1 Tablet (con el sistema TALOS) y 1 Vector 21⁹ (para las correcciones). Por otro lado cada Pelotón necesita: 2

⁹ VECTOR 21 es un telémetro binocular con óptica diurna, con una brújula digital integrada de 3 dimensiones y 360 °, y un preciso telémetro láser de Clase I seguro para los ojos. (vectorix, 2010)

Tablet (una para cada escuadra) y 4 PR4G V3 (dos para escuadra ya que se requiere de una para fonía y otra para datos). Además, por cada Tablet con el programa TALOS instalado es necesaria una caja de Bluetooth necesaria para la transmisión de la información con la PR4G V3.

Teniendo en cuenta el material de dotación de las unidades (5 PR4G V3 y 13 vehículos que por eso no se han tenido en cuenta, ver Figura 2: Orgánica y material actual de la Sección de Morteros Medios de Largo Alcance (SCMMLA). El material necesario que se debería adquirir y los costes para dicha implantación es el reflejado en la siguiente tabla:

	CANTIDAD	COSTES
Caja Bluetooth¹⁰	7	$7 \times \frac{3000\text{€}}{1 \text{ Ud}} = 21000\text{€}$
Tablet (con el TALOS instalado)	7	$7 \times \frac{16069\text{€}}{1 \text{ Ud}} = 112483\text{€}$
Vector 21	1	30000€
PR4G V3	10	$10 \times \frac{35124\text{€}}{1 \text{ Ud}} = 351240\text{€}$
TOTAL		484723€

Tabla 2: Material necesario a adquirir.

Fuente: Elaboración propia

De igual forma para la Sección de Armas de Apoyo (SAPO) de una Cía. cualquiera necesitaría el siguiente material:

¹⁰ Estas cajas son imprescindibles para la transmisión de datos por medio de la PR4G V3 si no se adquiere el cable Ethernet RJ-45.

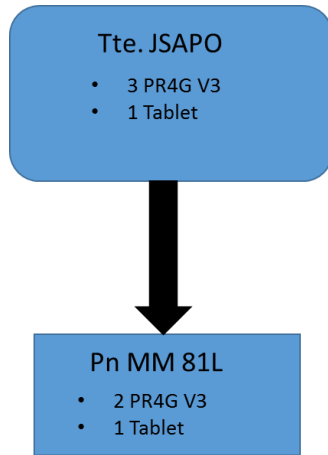


Figura 10: Material necesario para la implantación en una SAPO.

Fuente: Elaboración propia.

	CANTIDAD	COSTES
Caja Blue.	2	$2 \times \frac{3000\text{€}}{1 \text{ Ud}} = 6000\text{€}$
Tablet	2	$2 \times \frac{16069\text{€}}{1 \text{ Ud}} = 32138\text{€}$
PR4G V3	2	$2 \times \frac{35124\text{€}}{1 \text{ Ud}} = 70248\text{€}$
TOTAL		108431€

Tabla 3: Material necesario a adquirir.

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la Tabla 2 y en la Tabla 3, se requiere de una cantidad muy alta de PR4G V3 siendo un problema. A pesar de esto los costes que supone esta implantación (484723€ para la SCMMLA y 108431€ para la SAPO) son considerablemente menores a otra implantación posible, la cual se especificará más adelante, con CARDOM ($6 \times \frac{1065540\text{€}}{1 \text{ Ud}} = 6393240\text{€}$ para la SCMMLA y $3 \times \frac{1065540\text{€}}{1 \text{ Ud}} = 3196620\text{€}$) Hay que destacar que esta implantación propuesta está basada en la forma de trabajar en la actualidad ya que el TALOS se ha usado en momentos puntuales dónde las radios que se necesitan se adquieren temporalmente a otra unidad. En el caso de una implantación real en la que haya que adquirir material se propone la adquisición del cable Ethernet RJ-45 con lo que se ahorraría: $7 \times \frac{3000\text{€}}{1 \text{ Ud}} = 21000\text{€}$ de las cajas de bluetooth y $7 \times \frac{35124\text{€}}{1 \text{ Ud}} = 245868\text{€}$ de las PR4G V3 para la SCMMLA y $2 \times \frac{3000\text{€}}{1 \text{ Ud}} = 6000\text{€}$ de las cajas de bluetooth y $2 \times \frac{35124\text{€}}{1 \text{ Ud}} = 70248\text{€}$ de las PR4G V3 para la SAPO, quedando un presupuesto total de: 217855€ para la SCMMLA y 32183€ sin tener en cuenta la adquisición de un cable Ethernet RJ-45 para cada Tablet.¹¹

3.2. Implementación y pruebas en maniobras.

La idea inicial expuesta la semana anterior al inicio de las maniobras consistía en usar e integrar los medios¹² de la SCMMLA en la malla de datos de tiro de artillería mediante TALOS produciendo un avance considerable en la gestión de los fuegos por parte del Jefe del Batallón y en la ejecución de los mismos por parte de las partes implicadas. Lo que significa, básicamente, lograr una comunicación por mensajería a través de TALOS y la

¹¹ Este presupuesto no se ha detallado debido al no haber encontrado fuente dónde lo especifique.

¹² En este caso: dos morteros CARDOM que formarían un Pelotón y otro Pn. orgánico compuesto por dos piezas de mortero.

transmisión de peticiones de fuego (siguiendo el proceso descrito en la Figura 8) y envío de objetivos por cada una de las partes que integran la malla y, todo ello, en un ejercicio de fuego real¹³.

Una vez descrita la idea inicial planeada la semana anterior a las maniobras en el CMT de Renedo-Cabezón se va a detallar la ejecución durante el desarrollo de las mismas:

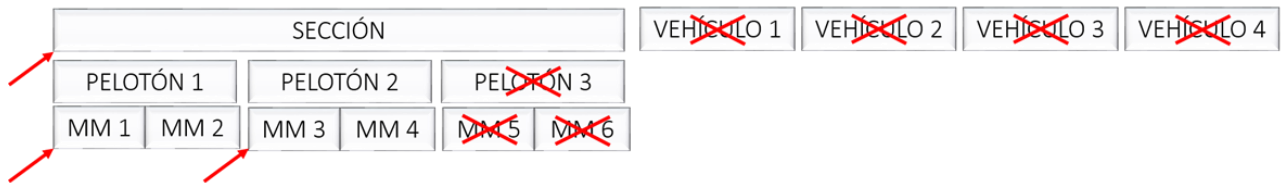
- Los tres primeros días se dedicaron a la instrucción autónoma de la SCMMLA de GT mediante ejercicios en seco y de fuego real empleando en todo momento el Sistema TALOS, los dos CARDOM disponibles junto a otro Pn. orgánico de la Sc.
- En una segunda fase que aglutinaron los dos días restantes de las maniobras se ejecutó la integración en la malla de datos de Artillería en dos ejercicios tácticos de fuego real a nivel GT en el cual la SCMMLA tuvo que batir dos objetivos imprevistos adquiridos por el observador avanzado de artillería. Se lograron avances considerables en este aspecto pero, también, salieron a la luz ciertas limitaciones y deficiencias respecto a la idea inicial planeada.

Lo más destacado en el marco positivo fue que se logró establecer la malla de datos de tiro de artillería e integrar los medios de la SCMMLA en la misma. Para ello, se probaron dos configuraciones distintas que permite el sistema TALOS:

¹³ El uso de los morteros CARDOM y el ejercicio de fuego real son las grandes diferencias con las Alfas Reunidas del año 2015, detalladas en el apartado 1.2.

Subordinar los CARDOM al JSCMMLA.

- Cada CARDOM carga la operación como “Mortero 1, 2...6” y se le configura como “Tubo Largo Soltam”
- El JSCMMLA carga la operación como “Sección de Morteros”



Actuar el JSCMMLA al mismo nivel de jerarquía que los CARDOM.

- Cada CARDOM carga la operación como “Vehículo 1,2...4” y se le configura como “Tubo Largo Soltam”
- El JSCMMLA carga la operación como “Sección de Morteros”.
- Podemos activar también Pelotones de Morteros Terrestres 81LL que quedan subordinados al JSCMMLA.

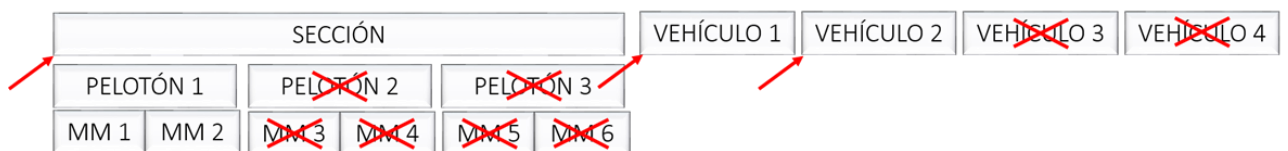


Figura 11: Configuraciones que el sistema TALOS proporciona actualmente.

Fuente: (Tte Espejo, 2016)

La primera configuración probada (Figura 11) consistía en subordinar los CARDOM al JSCMMLA de tal forma que funcionaran como un Pn. normal de la Sc. De esta forma se comprobó que era viable el envío de peticiones de fuego a dichos vehículos pero no era viable que estos se generasen sus propios objetivos ya que están supeditados al JSC y deben esperar a la gestión de este, perdiendo la gran ventaja en cuanto a flexibilidad que nos proporciona este sistema de armas. Por otro lado, el JSC tenía completo control y podía gestionar el tiro de forma íntegra vía datos a través del sistema TALOS. Por tanto, con esta configuración se gana en cuanto al control de la operación pero se pierde en cuanto a flexibilidad siendo este último el aspecto clave que ofrecen los CARDOM.

La segunda configuración probada (Figura 11) solucionaba el problema de la flexibilidad. Ella suponía que dentro del sistema, el JSC y los CARDOM estuvieran en el mismo nivel de jerarquía (los CARDOM se cargan en el sistema como vehículos como se aprecia en la Figura 11) de tal forma que era imposible enviar peticiones de fuego a los CARDOM al no haber una relación de jerarquía superior, pero sí se les podía enviar vía datos los objetivos y peticiones de fuego enviadas por el DEN. De esta forma, los CARDOM podían actuar de forma descentralizada generando sus propios objetivos y acciones de fuego (al no depender jerárquicamente del JSC) pero daba la opción de que el JSC gestionara dichas acciones de forma mixta (datos y fonía) (Figura 12) en caso de una actuación centralizada y dirigida.

Como conclusión en este aspecto, la transmisión de la información en un ambiente convencional que más se ajusta al mismo difiere ligeramente del propuesto en la idea

inicial y plasmada en la Figura 8 ya que el jefe ordena la acción de fuego a los CARDOM mediante fonía en vez de íntegramente por datos (Figura 12).

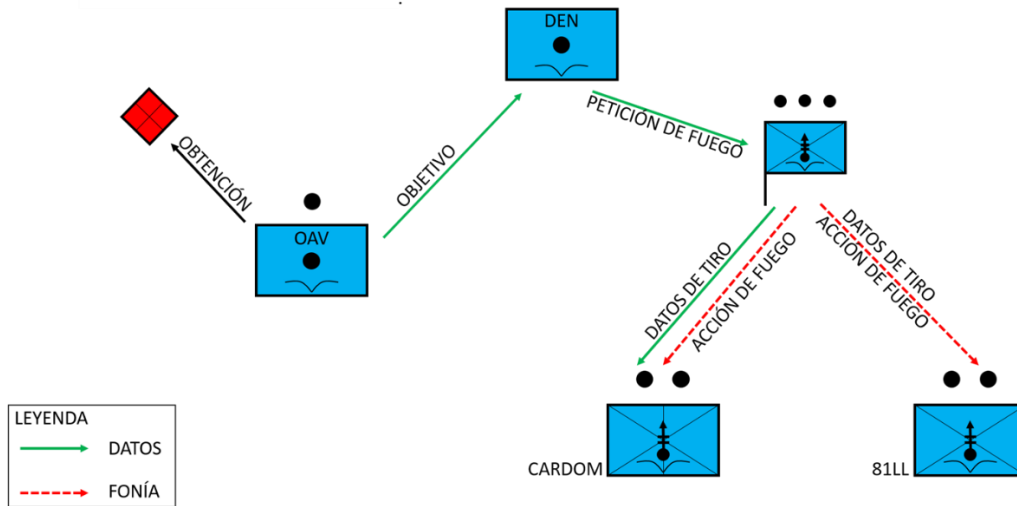


Figura 12: Transmisión de la información más flexible actualmente

Fuente: Informe redactado por el Tte. JSCMMLA en relación a la integración en la malla de datos de Artillería

En lo referente a fallos y errores hay que destacar un error en la transmisión de la información entre los usuarios de la malla pertenecientes a Artillería y los de Infantería ya que no se transmitían las coordenadas de los objetivos, por lo que se hizo imposible el envío de objetivos imprevistos vía datos. Esto se debía a que las versiones del programa TALOS que tenían ambas Armas eran distintas. Por ello, se hizo imprescindible la transmisión de dichas coordenadas vía fonía para la ejecución del ejercicio.

Por otra parte, hay que señalar la gran limitación logística que supone el uso de TALOS en la actualidad como es la cantidad de Radioteléfonos que son necesarios para la correcta integración. En el ejercicio descrito se usaron ocho RT,s a los que habría que añadir los correspondientes a otras unidades subordinadas (81LL) de las que se prescindió para la ejecución. Cada corresponsal de TALOS debe portar un RT PR4G V3 para el envío de datos y otro para fonía debido a que usando un único RT la transmisión de información se hacía imposible. Esto es debido a la necesidad de trabajar con la caja asíncrona con Bluetooth (para poder pasar los datos del sistema TALOS a la radio), ya que la Tablet del vehículo no dispone del cable Ethernet RJ-45.

Una vez analizadas las limitaciones y las soluciones que se llevaron a cabo en el ejercicio, se van a señalar los cambios y soluciones propuestas para lograr la óptima integración con la malla de Artillería en el futuro:

- En primer lugar se han de compatibilizar las versiones del sistema usadas por ambas armas de tal forma que se actualice la versión que usa Infantería a través

del fabricante, o bien, que se desactualice la de Artillería. Esto solucionaría el problema de la imposibilidad del envío de coordenadas de objetivos imprevistos vía datos.

- En segundo lugar se ha de adquirir el cable Ethernet RJ-45 para poder trabajar con IP-MUX y así evitar el uso de la caja asíncrona. Esto solucionaría el problema logístico de la cantidad de RT,s necesarios para la correcta conducción de la operación.
- En tercer y último lugar cambiar el diseño de la jerarquía del sistema a través del fabricante de tal forma que haya una superioridad jerárquica del JSCMMLA respecto a los CARDOM y a su vez estos se puedan cargar en el sistema como vehículos independientes. De esta forma se lograría que el JSCMMLA tuviera una gestión íntegra respecto a la forma de batir un objetivo además de conseguir una flexibilidad plena en la utilización de los CARDOM al poder actuar de forma aislada.

Con estos tres aspectos se lograría una integración completa aprovechando al máximo las ventajas que proporciona el sistema TALOS de forma que no se pierda flexibilidad (aspecto fundamental de la Infantería) y se aprovechen al máximo las capacidades de los CARDOM. Por último, como se ha reflejado en el apartado anterior, el presupuesto de adquirir morteros de este tipo es muy alto con lo que solucionando los dos primeros puntos anteriores lograríamos una integración completa llevando a cabo la implantación mostrada en el apartado anterior de este capítulo.

Capítulo 4. Integración de TALOS en los drones mini-UAV RAVEN B

El tercer paso en la implantación del sistema TALOS es su integración en vehículos no tripulados. El avance que se ha experimentado en este ámbito en los últimos años refleja una tendencia hacia la generalización en el uso de estos vehículos en el campo de batalla. Por ello, esta línea hace ver que en un futuro cercano la utilización de los mismos no va estar restringida a las unidades tipo Brigada o División si no que se van a utilizar a nivel Batallón e incluso nivel Compañía.

Debido a lo anterior, durante las maniobras citadas a lo largo de la presente memoria se analizó la posibilidad de integrar el sistema TALOS con el mini-UAV RAVEN B todavía en dotación en nuestro ejército y, en concreto, ante la posibilidad de que se añada a la dotación del Batallón tal y como nos muestran distintos coloquios mantenidos con mandos del BIP “Toledo” y el equipo RAVEN.

4.1. Planificación

La idea inicial consistía en utilizar las herramientas del mini-UAV RAVEN B, principalmente la cámara incorporada, para la localización y adquisición de objetivos imprevistos así como para la corrección del tiro de morteros. De esta forma, mediante TALOS, se consigue que dicho objetivo sea enviado al Jefe del GT permitiendo su gestión de una forma más rápida y eficiente. Debido a esto, el Jefe del Batallón tendría la opción de intervenir en la ejecución de la operación de una forma directa al levantar objetivos que posiblemente nadie más está viendo para, posteriormente, gestionarlo directamente y enviarlo, por ejemplo, al JSCMMLA optimizando considerablemente el tiempo invertido.

La idea de ejecución de lo anterior era realizarlo en el tema táctico de fuego real que tendría lugar durante las maniobras. Debido a que el equipo RAVEN de la BRILAT no se encuentra en el mismo lugar que el BIP “Toledo” la idea descrita fue expuesta a dicho equipo al inicio de las maniobras siendo imposible que se ejecutara en dicho ejercicio táctico, por lo que las pruebas que se describen a continuación se realizaron durante la mañana del cuarto día de maniobras de forma independiente.

4.2. Maniobras y análisis de resultados

Para la ejecución de la idea inicial y teniendo en cuenta que el equipo RAVEN no posee ningún terminal con el sistema TALOS se realizó la práctica únicamente en el aspecto de la adquisición de objetivos mediante el vehículo no tripulado, es decir, la parte de transmisión de la información no se realizó. Esto, se hubiera conseguido con una PDA con el programa instalado y con un RT PR4G V3 para la transmisión de la información.

Los parámetros usados en la ejecución y para el posterior análisis de los resultados son:

- Tiempo en transmitir las coordenadas de un objetivo (segundos)
- Error en la adquisición de objetivos (metros)

Una vez expuesto lo anterior, se le indicó al operador del mini-UAV encargado del vuelo del mismo y situado en el puesto en tierra que adquiriera las coordenadas de dos objetivos (Ilustración 1, Ilustración 2). El proceso seguido fue el siguiente: (Tabla 4)

- El operador del UAV adquirió los objetivos imprevistos viéndolos con la cámara incorporada.
- Se realizaron una serie de fotografías con la cámara proporcionando las coordenadas del punto central de la imagen (En la Ilustración 1 y en la Ilustración 2 no salen por motivos de confidencialidad pero en la realidad sí saldrían)
- Se realizó a mano la media de dichas coordenadas.
- Una vez hecho esto se introducirían las coordenadas del objetivo a mano en TALOS y se enviarían al PCBÓN¹⁴.
- Se calificaría el tiro o se corregiría siguiendo el mismo proceso.



Ilustración 1: Coche simulado (Objetivo 1)

Fuente: Cámara del mini-UAV RAVEN B



Ilustración 2: Personal en COTA 802 (Objetivo 2)

Fuente: Cámara del mini-UAV RAVEN B

¹⁴ Se introducen a mano en TALOS debido a que el programa que usa el equipo RAVEN es el FALCON (otro programa informático incompatible con TALOS). Los dos últimos puntos no se pudieron realizar por no realizarse las pruebas en el ejercicio táctico como se ha indicado en la introducción del presente capítulo.

	<i>Fotografía 1</i>		<i>Fotografía 2</i>		<i>Fotografía 3</i>		<i>Fotografía 4</i>		MEDIA	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Objetivo 1	6602	1978	6601	1977	6604	1976	6603	1976	6603	1976
Objetivo 2	6538	1937	6538	1938	6539	1939	6538	1939	6538	1938
Error(m)									4	4
Tiempo(s)	5''	5''	8''	8''	9''	9''	7''	7''	29''	29''

Tabla 4: Proceso para la obtención de las coordenadas de un objetivo.

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como se puede apreciar en la Tabla 4, el parámetro error en la adquisición de objetivos es de apenas cuatro metros. Esta distancia se corresponde a la diferencia entre el punto central de la imagen (punto que se corresponde a las coordenadas que se obtienen) y el objetivo real, lo que implica un error inexistente teniendo en cuenta que el objetivo del tiro de morteros es batir zonas. En relación al segundo parámetro (tiempo en transmitir las coordenadas de un objetivo), en 29'' se estuvo en condiciones de transmitir las coordenadas una vez habiendo hecho la media de las coordenadas de cuatro fotografías del objetivo. A esto hay que añadir el tiempo que se tarda en transmitir la información vía TALOS es de 20''. Por lo tanto, en sólo 49'' el jefe del Batallón hubiera tenido dos objetivos imprevistos en el sistema TALOS para gestionarlos posteriormente según sus necesidades.

Esta integración puede llegar a ser muy beneficiosa para la conducción y ejecución de operaciones en ambiente convencional tanto en lo relacionado a la adquisición de objetivos como observación y corrección del tiro de morteros. A pesar de esto, la utilización de mini-UAV,s para adquisición de objetivos y su integración en TALOS debe ser complementaria a las herramientas que se usan para el mismo fin, como OAV,s de Artillería, debido a que existen numerosas limitaciones, como son:

- La meteorología; debido a que condiciones meteorológicas adversas como lluvia intensa o niebla hacen imposible la toma de fotografías desde los mini-UAV.
- El factor humano; se requiere personal muy instruido en el vuelo de mini-UAV debido a la precisión que requiere hacer fotografías óptimas de un objetivo.
- Incompatibilidad del FALCON (programa informático integrado en el mini-UAV) con TALOS; como se ha dicho estos sistemas no son compatibles por lo

que es necesario tener una Tablet y un RT PR4G V3 con el sistema TALOS aparte de los elementos de dotación propios de los equipos RAVEN.

Capítulo 5. Conclusiones

Como se ha visto a lo largo de la memoria la implantación del sistema TALOS en las unidades de morteros de infantería proporciona numerosas ventajas, y solucionando las limitaciones que han surgido a lo largo de las pruebas realizadas durante este TFG será posible avanzar hacia una implantación óptima.

COMPARACIÓN CARDOM CON MORTEROS DESPLEGADOS EN TIERRA

En el estudio descrito en el capítulo 2 de este TFG se ha logrado realizar una comparación experimental y real entre los morteros CARDOM (con TALOS) y morteros desplegados en tierra (sin TALOS) sacando las siguientes conclusiones:

- Al usar los CARDOM se reducen todos los tiempos de los parámetros que más influyen en la ejecución del tiro de morteros (Tiempo en realizar fuego, tiempo en cambio de asentamiento, tiempo en corregir el tiro y tiempo en hacer fuego ante objetivo imprevisto) Se ha comprobado que el elemento que permite esta reducción es el sistema TALOS integrado en los morteros CARDOM. También se ha observado una mejora en la eficacia del tiro siendo producida por el automatismo del sistema CARDOM y su montaje sobre VAMTAC pero no ha sido producida por el sistema TALOS.
- Inviabilidad de la implantación completa de los morteros CARDOM en los batallones de infantería debido a su alto presupuesto pero, por el contrario, se ha comprobado la viabilidad de una implantación completa de TALOS en la SCMMLA debido a que su presupuesto es asumible.
- Esta comparación no se ha realizado para la Sección de Armas de Apoyo (SAPO) por motivos de tiempo y falta de personal siendo interesante el estudio de este aspecto en el futuro.

Por tanto, en definitiva, se ha observado una mayor flexibilidad en la ejecución del ejercicio lo que aumentó la supervivencia de la unidad produciendo la posibilidad de aumentar el volumen de fuegos sobre el enemigo.

INTEGRACIÓN DE LOS MEDIOS DE MORTEROS EN LA MALLA DE ARTILLERÍA

En lo referente al segundo estudio reflejado en el capítulo 3 de esta memoria, integración de los medios de morteros en la malla de datos de Artillería hay que destacar que se ha logrado cumplir uno de los objetivos propuestos para este trabajo: integrar la SCMMLA en la malla de datos de Artillería. Por lo tanto, la integración de las unidades de morteros en la malla de datos con Talos ha contribuido en gran medida a un mejor aprovechamiento de las unidades productoras de fuego, tanto de Artillería como de Infantería, eliminando

posibles duplicidades en el momento de batir determinados objetivos, sobre todo los inmediatos. Además, ha proporcionado la posibilidad de comunicar datos sobre la posición de objetivos localizados en la zona de acción de un grupo táctico por los medios de adquisición de objetivos propios de la Artillería y enviarlos a las unidades de morteros a través del FSE, que haría de nexo de unión entre las Unidades de Artillería, que obtienen información, con las unidades productoras de fuego de Infantería, los morteros.

Sin embargo, al realizar las pruebas en este sentido se han encontrado una serie de dificultades y deficiencias cuya solución aportaría una mejora futura en este ámbito de estudio. Dichas dificultades y deficiencias han sido:

- Incompatibilidad de las versiones del sistema TALOS que usa el personal de Artillería respecto al de Infantería impidiendo el correcto intercambio de información. Actualizando la versión de Infantería o desactualizando la de Artillería se solucionaría el problema.
- La cantidad de RT,s necesarios para la correcta conducción de la operación es muy elevada. Adquiriendo el cable Ethernet RJ-45 se evitaría el uso de la caja de Bluetooth por lo que resolveríamos esta deficiencia además de un ahorro de presupuesto como se ha indicado en el capítulo 2.
- Imposibilidad de supeditar en el programa los CARDOM al jefe de la SCMMLA. Cambiando el diseño de la jerarquía del sistema a través del fabricante se podrían cargar en el programa los CARDOM de forma independiente pero por debajo jerárquicamente al JSCMMLA.

Por último, resaltar la necesidad de apoyo de la Artillería para una integración óptima debido al ahorro de presupuesto (la Artillería tiene en dotación el material necesario) y al contexto en el que se encuentra España dónde los ejercicios que se combinan las distintas Armas son necesarios.

OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN MEDIANTE DRONES

En el tercer estudio descrito en el capítulo 4 se ha probado que la utilización de drones para localizar y adquirir objetivos es un medio muy útil para el jefe de batallón en la conducción de operaciones. Se ha concluido de esta forma ya que en muy poco tiempo y con un error despreciable el jefe de batallón dispuso de las coordenadas de un objetivo imprevisto, lo que en la realidad hubiera mejorado la conducción del ejercicio y la gestión del fuego con los morteros del batallón. Sin embargo, se comprobó dos deficiencias importantes cuya solución propuesta en el capítulo 4 puede ser un buen producto de análisis en el futuro. Dichas deficiencias son:

- El problema que supone una mala meteorología ya que en el momento, por ejemplo, de que hubiese viento o lluvia intensa no se podría utilizar este medio.
- La incompatibilidad del programa instalado en el dron (FALCON) con el sistema TALOS, produciendo un aumento en el tiempo de ejecución del proceso.

Por último, se ha comprobado que la utilización de estos vehículos no tripulados proporciona todas las ventajas descritas a un presupuesto inexistente, aspecto clave dada la situación presupuestaria del Ejército.

Para concluir y como se ha visto, la implantación del sistema TALOS en unidades de morteros está lejos de ser un programa generalizado en Infantería. Sin embargo, con el presupuesto propuesto en este TFG, el cual es asumible por el Ejército de Tierra, se ha logrado una implantación completa del Sistema en la SCMMLA y se ha visto una compatibilidad entre dicha implantación y la integración de dicha sección en la malla de datos de Artillería, ya que para conseguir dicha integración se necesita personal de dicho Arma, el cual, es también necesario para la óptima implantación en la sección nombrada y, así, conseguir el presupuesto propuesto en este trabajo.

Apéndice A. Organigramas

Antes de ver la orgánica de las unidades que se muestran en la memoria es necesario mostrar los distintos tipos de unidades y los símbolos que se usan para identificarlos: (Figura Apéndice A-1)

DESIGNACIÓN DE TAMAÑO	
Indicador del Tamaño	Significado
∅	----- Equipo/Dotación
●	----- Escuadra
● ●	----- Sección
● ● ●	----- Pelotón
I	----- Compañía / Batería / Tropa
II	----- Batallón / Escuadrón
III	----- Regimiento / Grupo
X	----- Brigada
XX	----- División
XXX	----- Cuerpo de Ejército
XXXX	----- Ejército
XXXXX	----- Grupo De Ejércitos / Frente
XXXXXX	----- Región

FM 101-5-1, p. 4-7

Figura en Apéndice A-1: Símbolos de los tipos de unidad

Fuente: (Barco Núñez, 2016)

En la figura Apéndice A-2 se puede ver el organigrama de una Brigada de Infantería Ligera y el de uno de sus Batallones de Infantería extensivo al Batallón II/3 “Toledo”, el cual, está compuesto por:

- Tres compañías de fusiles homogéneas: formadas, cada una, por tres secciones de fusiles y una sección de apoyo (un pelotón de morteros y un pelotón de defensa contra carro)
- Una compañía de Mando y Apoyo: formada por una sección de reconocimiento, una sección de morteros, una sección de defensa contra carro y una sección de transmisiones.

- Una compañía de servicios: formada por una sección de mantenimiento y una sección de sanidad.

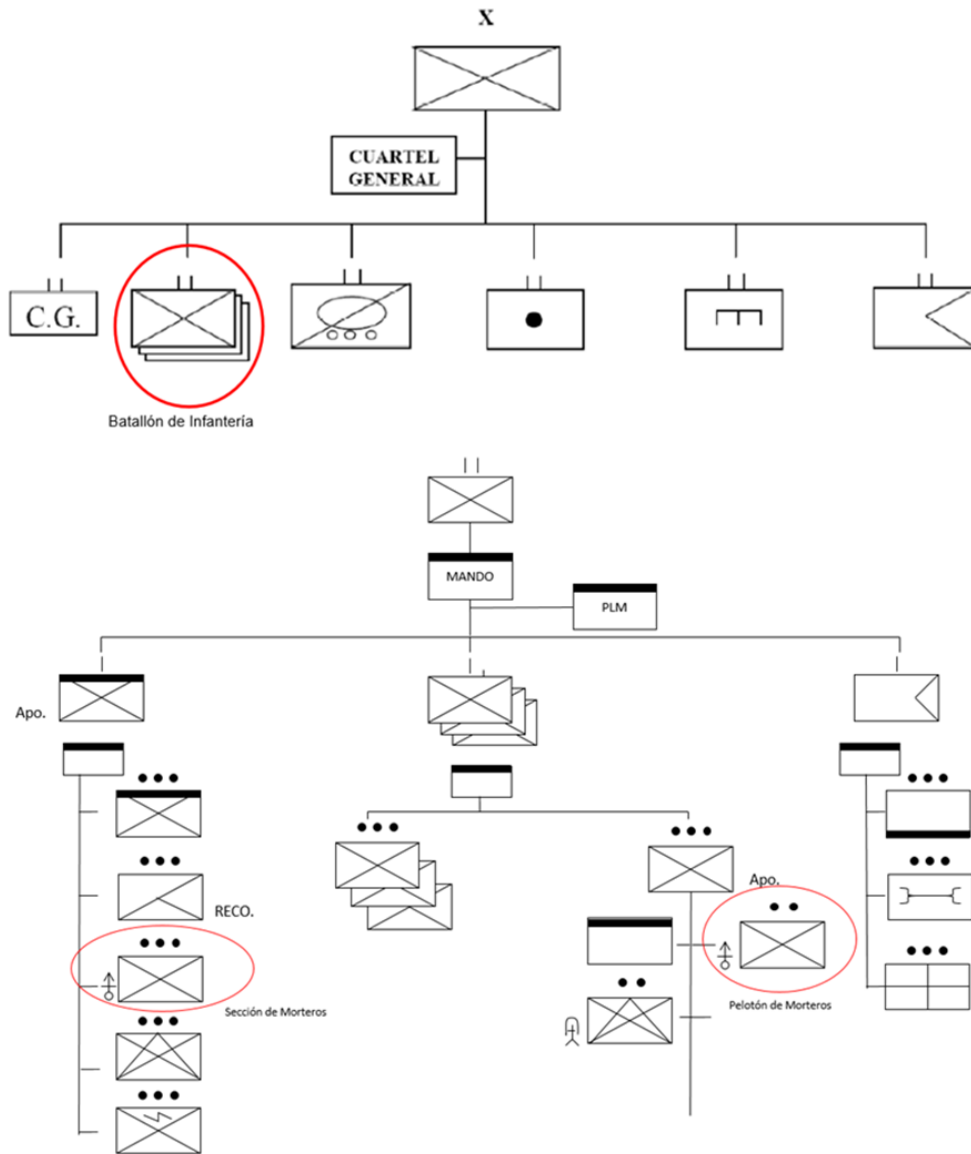


Figura en Apéndice A-2: Organigramas de una Brigada y un Batallón de Infantería Ligera

Fuente: (Barco Núñez, 2016)

Apéndice B. Configuración del TALOS

Los pasos para la configuración del sistema que se muestran a continuación tienen como fuente “Guía Rápida para el Uso del TALOS Técnico” (2ª Batería Grupo de Artillería de Campaña Aerotransportable "VII", 2013) y “Libro de Campo Técnico” (Batería Plana Mayor Grupo de Artillería de Campaña Aerotransportable "VII", 2014).

- Configuración de la radio

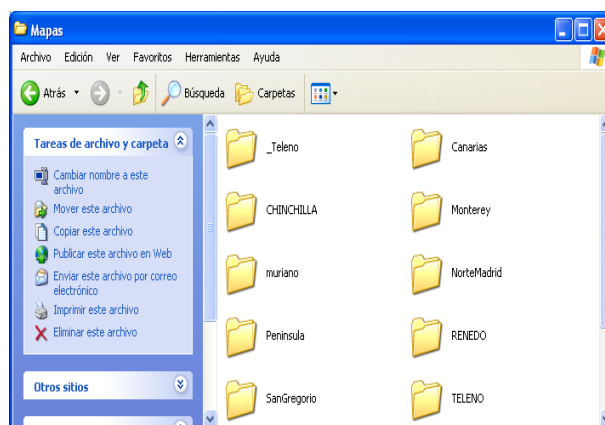
Como ya se ha dicho a lo largo de la memoria, es necesario el empleo de una PR4G para la transmisión de datos. Para operar con ella son necesarios una serie de pasos previos:

- Borrado de la radio.
- Introducción del número de abonado.
- Comprobar la fecha hora y cifra (quincenal).
- Cargar el DDI (que ya debe de contener los datos necesarios para emplear el TALOS).
- Quitar FFC y FFG.
- Quitar las vigilancias de canal.
- Poner el silenciador 150 Hz.
- Comprobar y seleccionar las velocidades de canal (en el apartado “Configuración inicial Software TALOS” se explica qué velocidades hay que introducir)
- Mandar sincronía desde la radio directora.
- Realizar una llamada de comprobación entre los diferentes terminales.
- Conectar la caja de comunicaciones de GMV

- Configuración inicial Software TALOS

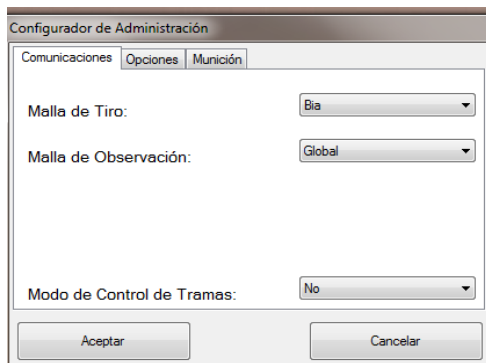
Antes de comenzar cualquier operación, hay que asegurarse de que la cartografía de la zona donde se realizará la operación se encuentra en la carpeta “MAPAS” que se encontrará en “C:”

Además, hay que comprobar que en el archivo “cartog.ini” que se encuentra en “C:”, está escrita correctamente la ruta a dicho archivo cartográfico.



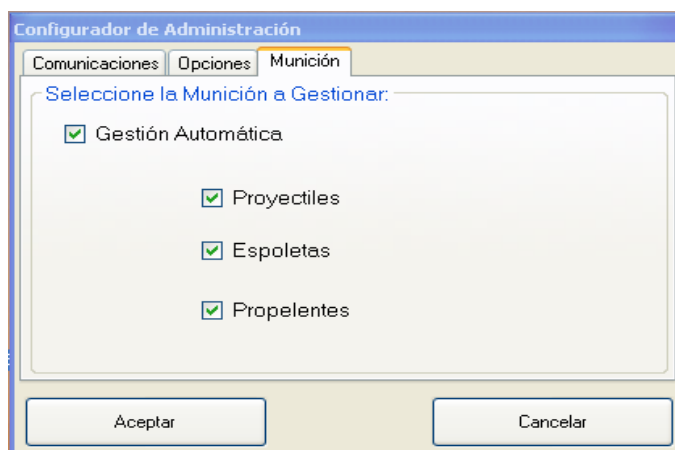
Lo primero que hay que hacer antes de iniciar o reiniciar una operación, es abrir el subprograma “Administración” y el “Configurador” en ese orden, los cuales se encuentran en “Inicio>>Todos los programas>>TALOS”.

En Administración saldrá una pantalla con tres pestañas: Comunicaciones, Opciones y Munición. En la primera se pondrá la misma configuración que se muestra en la imagen, excepto que el escalón superior indique lo contrario.

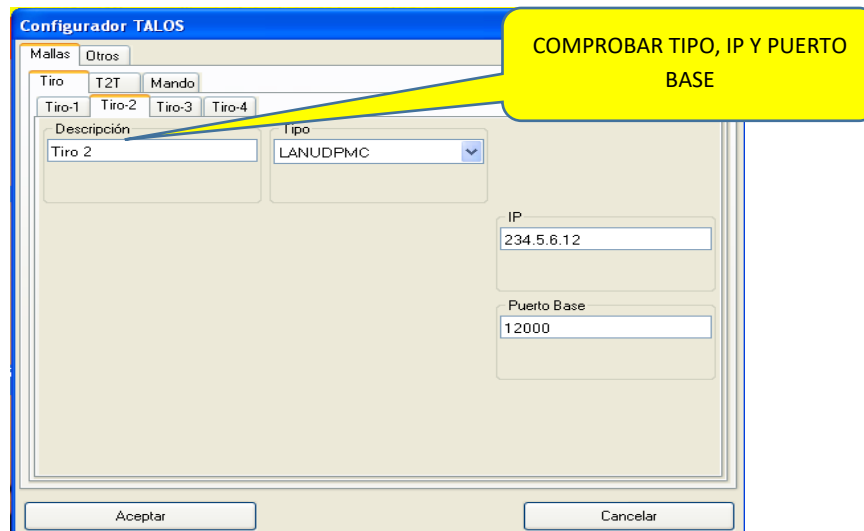


En la pestaña “Opciones” se comprueba que la fecha corresponde con el día correcto, para que el programa no coja una fecha al azar que produzca errores.

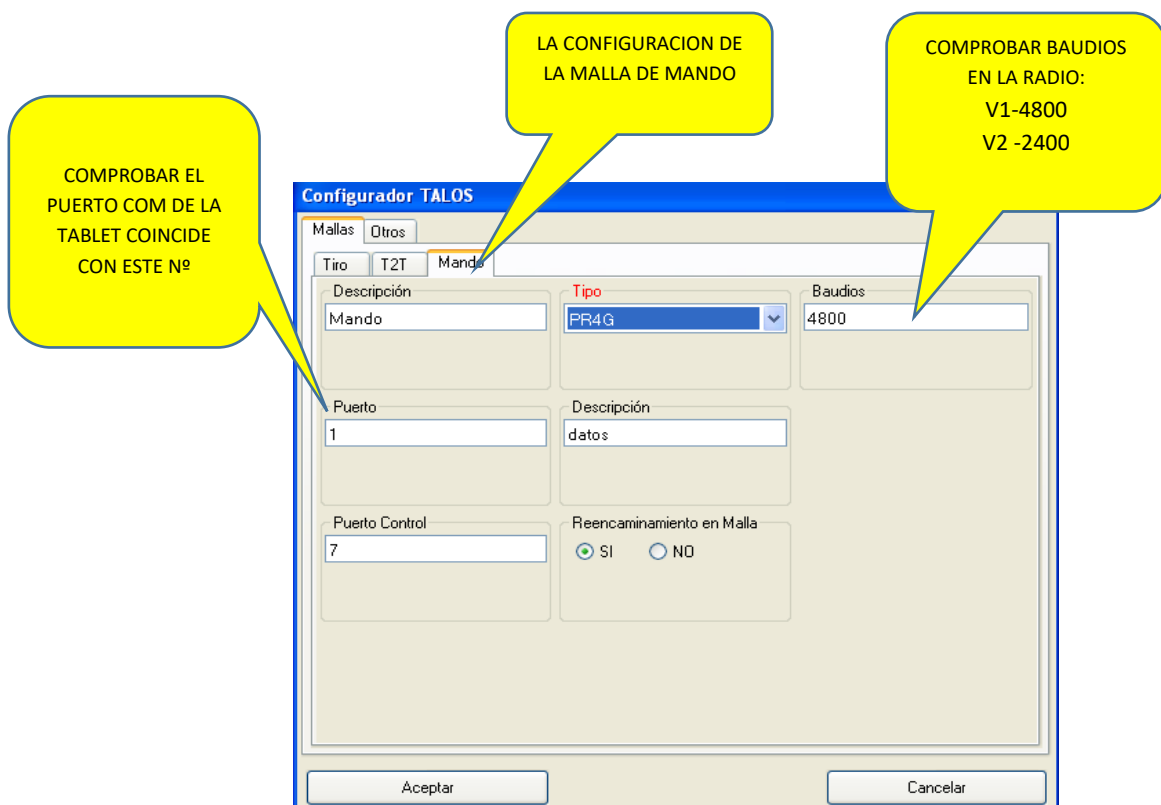
En la tercera pestaña “Munición”, se selecciona “Gestión Automática” de todos los datos para que sean descontados en cada acción de fuego y luego se presiona “Aceptar”.



La otra aplicación que hay abrir antes de iniciar el TALOS Técnico es el Configurador. En esta se configurarán las mallas que se van a utilizar y que han sido marcadas por el escalón superior.



Dentro de “Mallas” está la pestaña “Mando”, donde se configura la malla para enlazar entre los FDC.



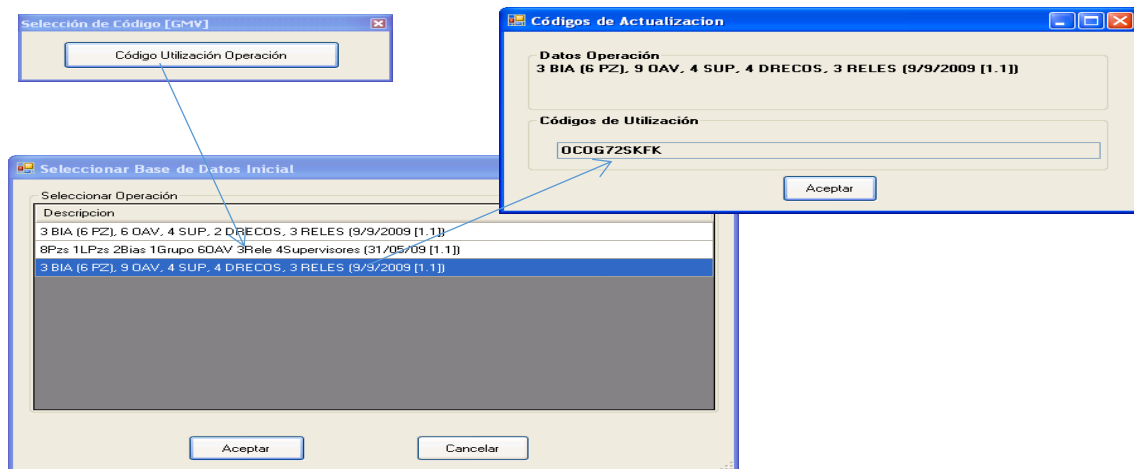
Además, hay que asegurarse de que en la pestaña “Otros” en el apartado “Unidad” aparezca el puesto táctico correspondiente. Este paso es crucial para el desarrollo de la operación, ya que si se comienza una operación con una unidad equivocada ya no habrá vuelta atrás, y habrá que empezar de nuevo en todos los terminales.

En la imagen se puede ver la configuración para una Batería de Artillería, en el caso de los morteros habría que seleccionar la Sc. de Morteros.



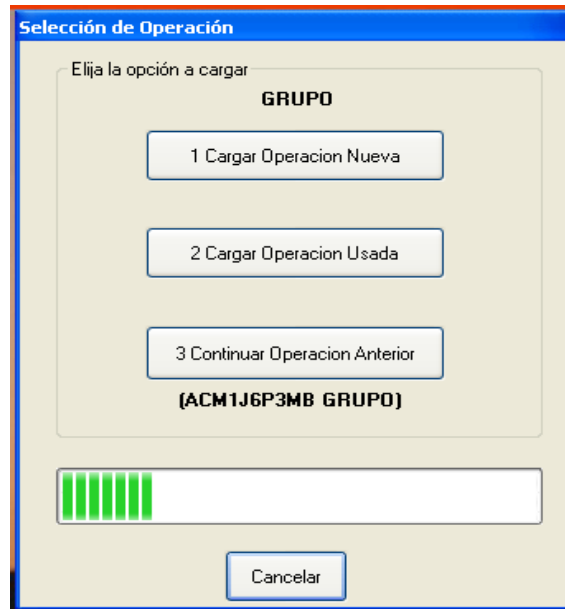
Una vez realizado esto se abre el TALOS técnico.

En el caso de que seamos el escalón superior, hemos de crear un código de nueva operación. Para ello nos dirigiremos a “Inicio >> Todos los programas >> TALOS >> Código de Nueva Operación” y nos saldrá una pantalla con distintas configuraciones de un GACA y también de una Sc. de Morteros, se elige la más adecuada siempre a mayores, ya que el programa permite desactivar células pero no crear nuevas, y se obtendrá el código de nueva operación.



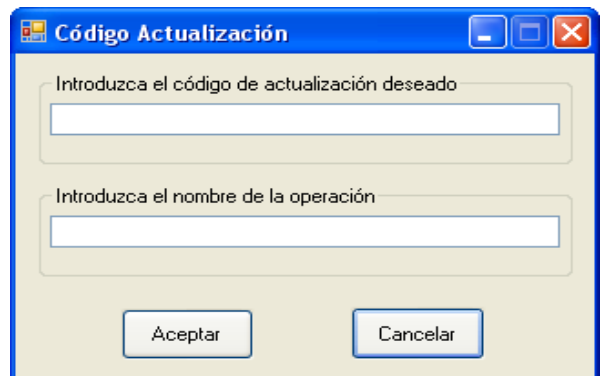
Cuando se abra el TALOS Técnico, la primera pantalla que saldrá es la de “Selección de Operación”.

Esta ofrece tres opciones. Por un lado cargar una operación nueva, para lo cuál se necesita introducir un código de operación (el que se ha generado en el paso anterior). Cargar una operación usada, para iniciar una operación anterior a la actual y por último continuar con la operación anterior. Esta última será la más frecuente una vez se haya configurado el programa.

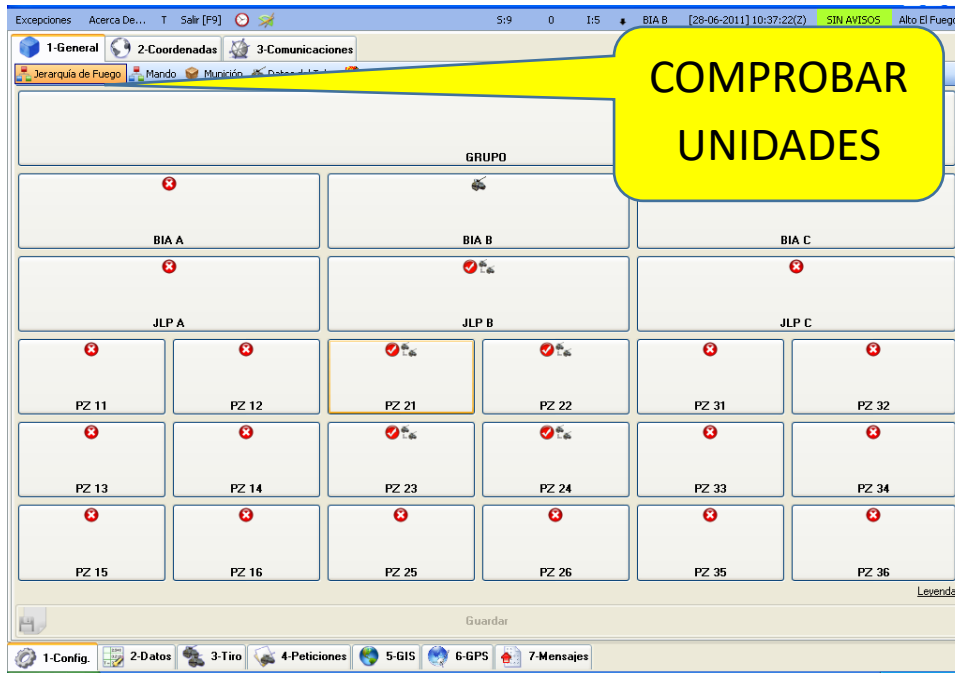


Si se selecciona “Cargar Operación Nueva” saldrá una pantalla en la que se pide el código de operación facilitado por el Jefe de Sección.

En el apartado inferior se introduce el nombre de la operación, el puesto del terminal, la fecha y el código de operación completo.












En la siguiente imagen se ve la pestaña “Jerarquía de Fuego” una vez abierto el programa. En esta se pueden deshabilitar aquellas unidades o células que no van a operar.

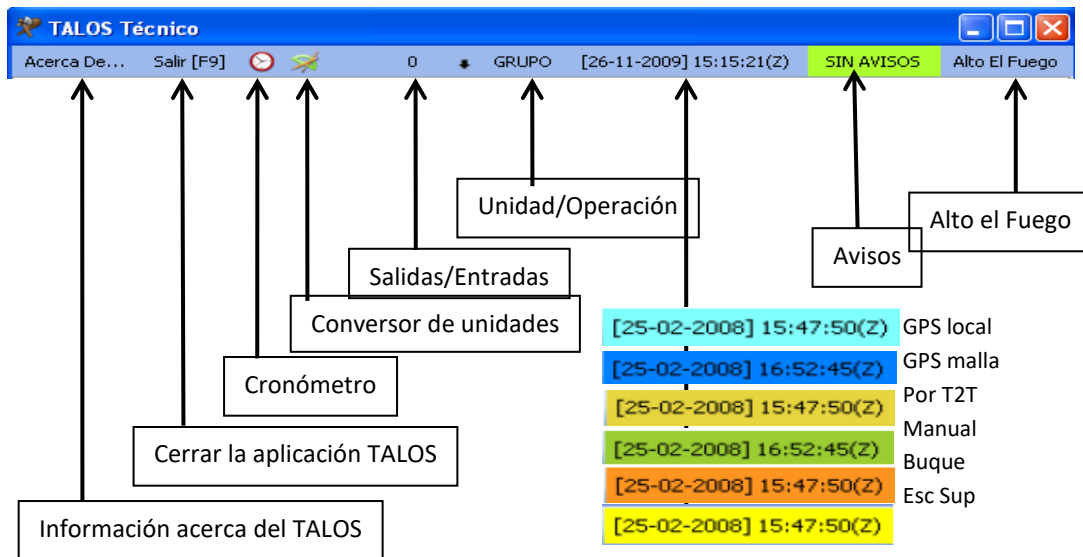


En la siguiente imagen se puede ver la pantalla en el caso concreto de que se haya seleccionado como unidad tipo la Sc. de Morteros. Además también se incluye una leyenda en la que se pueden ver el significado de cada elemento de los que aparecen.



-  El tubo asignado es el mismo que el de la unidad de nivel superior
-  El tubo asignado es distinto que el de la unidad de nivel superior
-  El tubo asignado se hereda de la unidad de nivel superior
-  Unidad deshabilitada
-  Unidad habilitada con calidad de comunicaciones alta.
-  Unidad habilitada con calidad de comunicaciones media.
-  Unidad habilitada con calidad de comunicaciones baja.
-  Unidad habilitada con comunicaciones suspendidas.
-  Unidad habilitada con comunicaciones bloqueadas.

En la parte superior, aunque se cambie de pestaña siempre aparecerán los mismos parámetros. Estos se explican en la siguiente imagen.

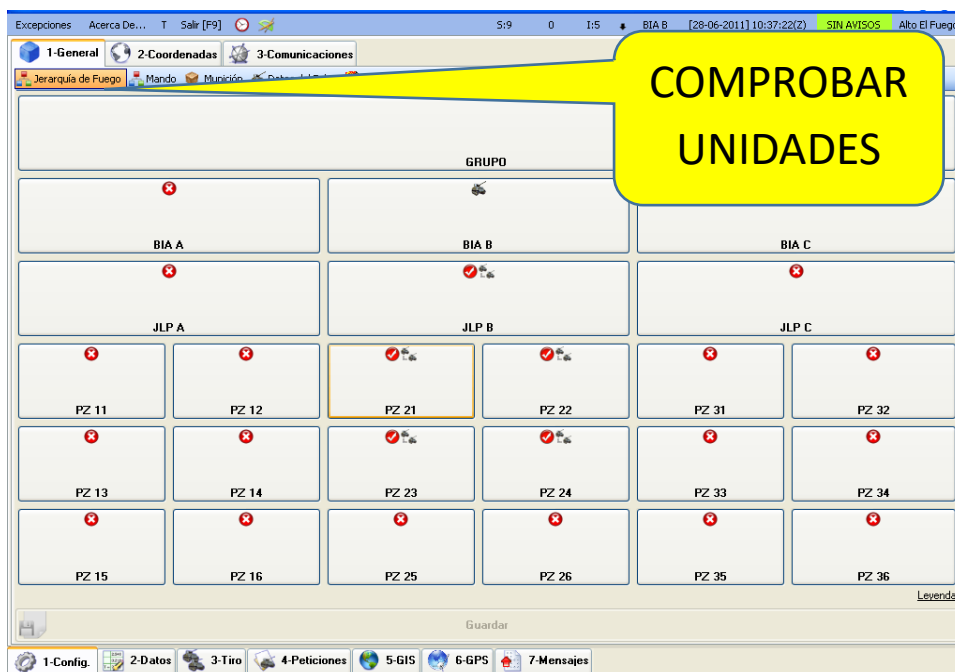


Los distintos colores la hora corresponden a las distintas formas que tiene el sistema de difundir la hora y sincronizar los distintos terminales de la misma malla. Por norma general, lo más normal es que el escalón superior difunda la hora, por lo que saldrá en color “amarillo”. Esto significará también que ha enlazado con el escalón superior.

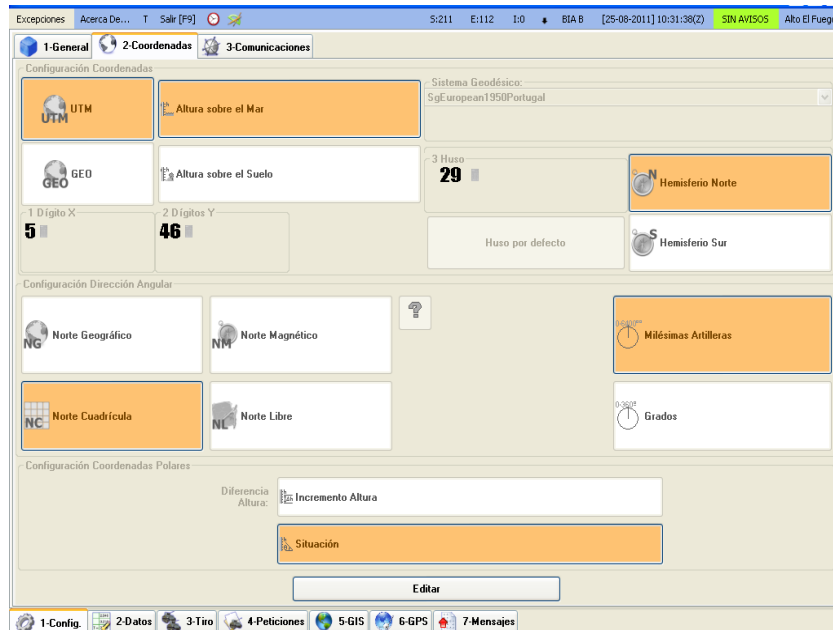
Ojo: Que la hora este sobre fondo amarillo no significa que haya enlace, si no que en algún momento que ha habido enlace el escalón superior ha difundido la hora.

Por otra parte el “Alto el Fuego” lo puede decretar todo el mundo, pero únicamente los FDC están habilitados para quitar dicho chivato.

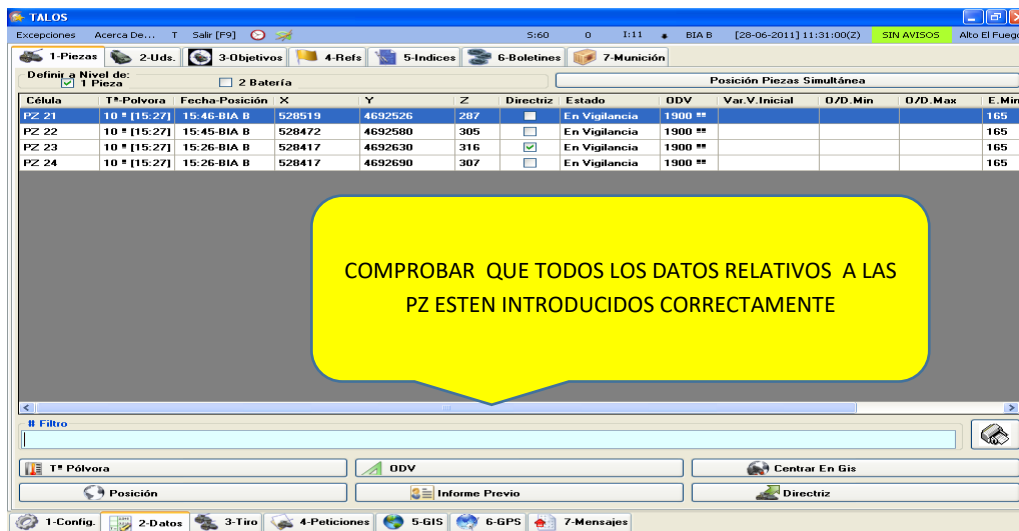
En la pestaña configuración hay tres subniveles, “General, Coordenadas y Comunicaciones”. En el subnivel “General” a su vez aparecen cinco pestañas.



En el subnivel “Coordenadas”, hay que asegurarse que todos los datos corresponden con los mapas que se están usando, ya que por ejemplo si se emplea un huso diferente al del mapa las coordenadas no valen. Para cambiar cualquier parámetro se ha de pulsar “Editar”.



En la segunda pestaña inferior “Datos” hay que comprobar que todos los datos provenientes del terminal son correctos. Además, se puede comprobar en esta pantalla el estado de las piezas. Es importante que todas tengan la misma ODV que será marcada por el Jefe de Sección.



La pestaña “Munición” sirve para introducir proyectiles, espoletas etcétera, o para comprobar los datos que ha introducido el JLP. Además se puede ver la munición restante después de una acción de fuego.

Tipo	Nombre	Cuadros	Min/Max	BIA B	JLP B	PZ 21	PZ 22	PZ 23	PZ 24
Munición	Munición 105 Light Gun Iluminante ILL L43	0	100/100	0	0	100	100	100	100
Munición	Munición 105 Light Gun Fumígeno SMK L45	2	98/98	0	0	98	98	98	98
Munición	Munición 105 Light Gun Rompedor HE L31A3	2	85/87	0	0	87	87	85	87
Espeleta	Espeleta mecanica a tiempos M.T. L-33	--	50/50	0	0	50	50	50	50
Espeleta	Espeleta mecanica a tiempos M.T. L-92	--	50/50	0	0	50	50	50	50
Espeleta	Espeleta mecanica a tiempos M.T. L-81	--	50/50	0	0	50	50	50	50
Espeleta	Espeleta mecanica a tiempos M.T. L-34	--	98/98	0	0	98	98	98	98
Espeleta	Espeleta a percusión P.D. L-32	--	95/37	0	0	37	37	35	37
Carga de proyección	Carga de proyección L-118 105 MM SUPER L36 A3	--	100/100	0	0	100	100	100	100
Carga de proyección	Carga de proyección L-118 105 MM NORMAL L35 A2	--	185/185	0	0	185	185	183	185

VER MUNICION Y COMPROBAR QUE HACE BIEN LA RESTA EN LAS ACCIONES DE FUEGO

FILTRAR POR UNIDADES

Apéndice C. Cálculos del análisis t-student

En este Apéndice se va a explicar y detallar todos los cálculos necesarios para realizar un correcto análisis de t-student para los 5 parámetros expuestos en la Tabla 3 de esta memoria usando los datos expresados en la misma.

TIEMPO EN HACER FUEGO

1. Comprobar el supuesto de varianzas iguales:

Datos:

CARDOM: $\bar{x} = 20''$; $s_1 = 0.329$; $n = 5$

EN TIERRA: $\bar{x} = 6'$; $s_2 = 0.559$; $n = 5$

Hipótesis:

$$H_0; \sigma_{CT}^2 / \sigma_{ST}^2 = 1$$

$$H_0; \sigma_{CT}^2 / \sigma_{ST}^2 \neq 1$$

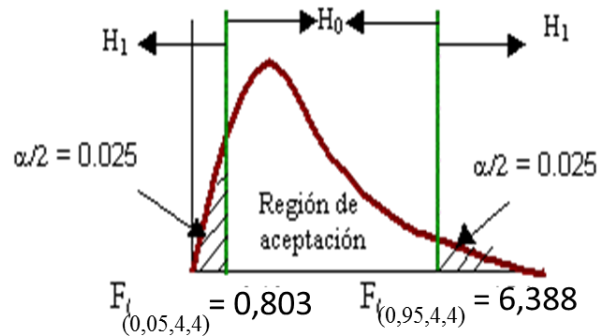


Figura en Apéndice D-1: Gráfico de las regiones de aceptación de la F de Snedecor.

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Cálculo: } F = \frac{S_{CT}^2}{S_{ST}^2} = \frac{0.559^2}{0.329^2} = 2.88$$

Cómo se puede apreciar en la Figura Apéndice D-1 y en el cálculo anterior: $0.803 < 2.88 < 6.388$; por lo que la hipótesis no se rechaza y se concluye con un $\alpha = 0.05$ que las varianzas de las poblaciones son iguales.

2. Comparación de las medias de los parámetros de ambos sistemas.

Hipótesis:

$$H_0; \mu_{ST} - \mu_{CT} = 0$$

$$H_1; \mu_{ST} - \mu_{CT} > 0$$

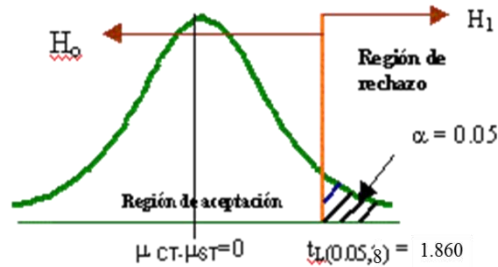


Figura en Apéndice D-2: Gráfico de las regiones de rechazo de la t-student. Fuente: Elaboración propia

Cálculos:

$$S_p^2 = \frac{S_1^2(n_1 - 1) + S_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2} = \frac{0.1083(5 - 1) + 0.3125(5 - 1)}{5 + 5 - 2} = 0.2104$$

Por tanto, $S_p = 0.458$

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}} = \frac{(6 - 0.333) - 0}{0.458 \sqrt{1/5 + 1/5}} = 19.56$$

Como 19.56 es mayor que 1.860, se rechaza la hipótesis inicial por lo que se concluye con un nivel de significación del 0.05 que la media del tiempo en hacer fuego con el sistema TALOS (CARDOM) es menor que el que implica el uso de morteros asentados en tierra.

3. P valor y la significación estadística:

Para calcular el valor de P se ubica la t calculada en la gráfica para proceder a buscar el área usando las tablas de la t-student. En este caso, $P < 0.0005$

EFICACIA EN EL TIRO

1. Comprobar el supuesto de varianzas iguales:

Datos:

CARDOM: $\bar{x} = 23m$; $s_1 = 7.33$; $n = 5$

EN TIERRA: $\bar{x} = 80m$; $s_2 = 18$; $n = 5$

Hipótesis:

$$H_0; \sigma_{CT}^2 / \sigma_{ST}^2 = 1$$

$$H_a; \sigma_{CT}^2 / \sigma_{ST}^2 \neq 1$$

$$\text{Cálculo: } F = \frac{S_{CT}^2}{S_{ST}^2} = \frac{18^2}{7.33^2} = 6.04$$

Cómo se puede apreciar en la Figura Apéndice D-1 y en el cálculo anterior: $0.803 < 6.04 < 6.388$; por lo que la hipótesis no se rechaza y se concluye con un $\alpha = 0.05$ que las varianzas de las poblaciones son iguales.

2. Comparación de las medias de los parámetros de ambos sistemas.

Hipótesis:

$$H_0; \mu_{ST} - \mu_{CT} = 0$$

$$H_1; \mu_{ST} - \mu_{CT} > 0$$

Cálculos:

$$S_p^2 = \frac{S_1^2(n_1 - 1) + S_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2} = \frac{53.75(5 - 1) + 325(5 - 1)}{5 + 5 - 2} = 189.375$$

Por tanto, $S_p = 13.76$

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}} = \frac{(80 - 23) - 0}{13.76 \sqrt{1/5 + 1/5}} = 6.54$$

Como 6.54 es mayor que 1.860 (Figura en Apéndice A-2), se rechaza la hipótesis inicial por lo que se concluye con un nivel de significación del 0.05 que la media de la eficacia en el tiro con el sistema TALOS (CARDOM) es mayor que la que implica el uso de morteros asentados en tierra.

3. P valor y la significación estadística:

Para calcular el valor de P se ubica la t calculada en la gráfica para proceder a buscar el área usando las tablas de la t-student. En este caso, $P < 0.0005$

TIEMPO EN CAMBIO DE ASENTAMIENTO

1. Comprobar el supuesto de varianzas iguales:

Datos:

CARDOM: $\bar{x} = 5'$; $s_1 = 1.118$; $n = 5$

EN TIERRA: $\bar{x} = 10'$; $s_2 = 0.559$; $n = 5$

Hipótesis:

$$H_0; \sigma_{CT}^2 / \sigma_{ST}^2 = 1$$

$$H_a; \sigma_{CT}^2 / \sigma_{ST}^2 \neq 1$$

$$\text{Cálculo: } F = \frac{S_{CT}^2}{S_{ST}^2} = \frac{1.118^2}{0.559^2} = 4$$

Cómo se puede apreciar en la Figura Apéndice D-1 y en el cálculo anterior: $0.803 < 4 < 6.388$; por lo que la hipótesis no se rechaza y se concluye con un $\alpha = 0.05$ que las varianzas de las poblaciones son iguales.

2. Comparación de las medias de los parámetros de ambos sistemas.

Hipótesis:

$$H_0; \mu_{ST} - \mu_{CT} = 0$$

$$H_1; \mu_{ST} - \mu_{CT} > 0$$

Cálculos:

$$S_p^2 = \frac{S_1^2 (n_1 - 1) + S_2^2 (n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2} = \frac{1.25(5 - 1) + 0.3125(5 - 1)}{5 + 5 - 2} = 0.781$$

Por tanto, $S_p = 0.883$

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}} = \frac{(10 - 5) - 0}{0.883 \sqrt{1/5 + 1/5}} = 8.95$$

Como 8.95 es mayor que 1.860 (Figura en Apéndice A-2), se rechaza la hipótesis inicial por lo que se concluye con un nivel de significación del 0.05 que la media del tiempo que implica un cambio de asentamiento con el sistema TALOS (CARDOM) es mayor que la que implica el uso de morteros asentados en tierra.

3. P valor y la significación estadística:

Para calcular el valor de P se ubica la t calculada en la gráfica para proceder a buscar el área usando las tablas de la t-student. En este caso, $P < 0.0005$

TIEMPO EN CORREGIR

1. Comprobar el supuesto de varianzas iguales:

Datos:

CARDOM: $\bar{x} = 1'$; $s_1 = 0.279$; $n = 5$

EN TIERRA: $\bar{x} = 7'$; $s_2 = 0.559$; $n = 5$

Hipótesis:

$$H_0; \sigma_{CT}^2 / \sigma_{ST}^2 = 1$$

$$H_a; \sigma_{CT}^2 / \sigma_{ST}^2 \neq 1$$

$$\text{Cálculo: } F = \frac{S_{CT}^2}{S_{ST}^2} = \frac{0.559^2}{0.279^2} = 4$$

Cómo se puede apreciar en la Figura Apéndice D-1 y en el cálculo anterior: $0.803 < 4 < 6.388$; por lo que la hipótesis no se rechaza y se concluye con un $\alpha = 0.05$ que las varianzas de las poblaciones son iguales.

2. Comparación de las medias de los parámetros de ambos sistemas.

Hipótesis:

$$H_0; \mu_{ST} - \mu_{CT} = 0$$

$$H_1; \mu_{ST} - \mu_{CT} > 0$$

Cálculos:

$$S_p^2 = \frac{S_1^2(n_1 - 1) + S_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2} = \frac{0.078(5 - 1) + 0.3125(5 - 1)}{5 + 5 - 2} = 0.195$$

Por tanto, $S_p = 0.441$

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}} = \frac{(7 - 1) - 0}{0.441 \sqrt{1/5 + 1/5}} = 21.51$$

Como 21.51 es mayor que 1.860 (Figura en Apéndice A-2), se rechaza la hipótesis inicial por lo que se concluye con un nivel de significación del 0.05 que la media del tiempo en corregir un disparo con el sistema TALOS (CARDOM) es menor que la que implica el uso de morteros asentados en tierra.

3. P valor y la significación estadística:

Para calcular el valor de P se ubica la t calculada en la gráfica para proceder a buscar el área usando las tablas de la t-student. En este caso, $P < 0.0005$

FUEGO ANTE OBJETIVO IMPREVISTO

1. Comprobar el supuesto de varianzas iguales:

Datos:

CARDOM: $\bar{x} = 0.95'$; $s_1 = 0.068$; $n = 5$

EN TIERRA: $\bar{x} = 4'$; $s_2 = 0.559$; $n = 5$

Hipótesis:

$$H_0; \sigma_{CT}^2 / \sigma_{ST}^2 = 1$$

$$H_a; \sigma_{CT}^2 / \sigma_{ST}^2 \neq 1$$

$$\text{Cálculo: } F = \frac{S_{CT}^2}{S_{ST}^2} = \frac{0.559^2}{0.261^2} = 4.59$$

Cómo se puede apreciar en la Figura Apéndice D-1 y en el cálculo anterior: $0.803 < 4.59 < 6.388$; por lo que la hipótesis no se rechaza y se concluye con un $\alpha = 0.05$ que las varianzas de las poblaciones son iguales.

2. Comparación de las medias de los parámetros de ambos sistemas.

Hipótesis:

$$H_0; \mu_{ST} - \mu_{CT} = 0$$

$$H_1; \mu_{ST} - \mu_{CT} > 0$$

Cálculos:

$$S_p^2 = \frac{S_1^2(n_1 - 1) + S_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2} = \frac{0.068(5 - 1) + 0.3125(5 - 1)}{5 + 5 - 2} = 0.19$$

Por tanto, $S_p = 0.436$

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}} = \frac{(4 - 0.95) - 0}{0.436 \sqrt{1/5 + 1/5}} = 11.06$$

Como 11.06 es mayor que 1.860 (Figura en Apéndice A-2), se rechaza la hipótesis inicial por lo que se concluye con un nivel de significación del 0.05 que la media del tiempo que se tarda en hacer fuego ante un objetivo imprevisto con el sistema TALOS (CARDOM) es menor que la que implica el uso de morteros asentados en tierra.

3. P valor y la significación estadística:

Para calcular el valor de P se ubica la t calculada en la gráfica para proceder a buscar el área usando las tablas de la t-student. En este caso, $P < 0.0005$

Apéndice D. Cardom

El sistema necesita un tiempo de activación desde que se arranca para su puesta en situación a través del sistema de navegación. Este tiempo tiene una duración máxima de 15 minutos, por lo que se debe tener en cuenta esta observación para que el sistema esté operativo en el momento de iniciar el cumplimiento de la misión y/o el desplazamiento que se ordene.

La posibilidad de disminuir este tiempo puede conseguirse siguiendo el siguiente proceso una vez alcanzada la última posición y siempre que no se mueva el vehículo de su posición:

1. ° Apagar el terminal del apuntador.
2. ° Apagar los interruptores de la PDBM.

Para el inicio de la siguiente misión se seguirá la secuencia de encendido:

1. ° Encender el terminal del apuntador.
2. ° Encender los interruptores de la PDBM.

De esta forma el sistema habrá guardado la última posición del sistema y se reduce sensiblemente la localización de la situación actual.

Activado el sistema, la pantalla ofrece toda la información necesaria para la dirección del tiro: apuntamiento del arma, método de tiro, control del tiro, etc.



En la parte superior izquierda muestra los campos numéricos con los datos de elevación y orientación del objetivo desde la posición actual del mortero, calculados por el módulo balístico de TALOS. Estos datos pueden aparecer vacíos si no han sido calculados aún. Los dos campos de la línea inferior muestran ángulos actuales del tubo del mortero tal y como los proporcionan los elementos de posicionamiento y navegación del sistema a través del terminal del apuntador.

Una vez calculados los datos de tiro, la diferencia entre los ángulos entre ambas líneas indica la separación el tubo respecto de la orientación del tiro.

En la parte superior derecha de la pantalla aparecen una serie de botones que permiten el control sobre los mecanismos del arma:

- *Pantalla tirador*: indica la pantalla en uso.
- *INU*: indica el estado del navegador inercial. Puede mostrar los mensajes: “sin datos” e “iniciando”, etc.
- A la izquierda de la INU hay un símbolo que permite desplegar una ventana con los datos del GPS.
- *Posición de transporte*: es un botón que permite colocar el arma en esta posición dirigiendo el tubo hacia la parte delantera y con la mínima elevación.
- *Freno servomotor*: permite activar el freno para evitar el movimiento libre del mismo. Esta acción no impide el apuntamiento del arma.
- *Control de apuntamiento*: agrupa tres botones para realizar la puntería del arma: “automático”, “semiautomático”, “manual”.
- *Mantener puntería*: obliga al mortero a corregir la dirección del tubo automáticamente cuando se produce alguna variación en dicha dirección.

En la parte central superior aparece un espacio y la etiqueta “Asignar a Tirador”. Pulsando en él aparece una diana que representa los ángulos de apuntamiento y el apuntamiento real (punto que se desplaza hasta coincidir con el centro de la diana cuando el arma está apuntada).



Una vez calculados los datos de tiro se representa mediante el punto rojo la divergencia entre la orientación actual del tubo (punto rojo) y la orientación que debería tener según los datos de tiro calculados.

Los diferentes colores con que se representan los campos numéricos de elevación y orientación actuales indican diferencias más o menos importantes: color amarillo para diferencias entre 0° y 20° ; color rojo, superiores a 20° , y verde, para puntería exacta. El punto se volverá de color amarillo cuando se aproxime al centro (diferencia inferior a 2° en ambos ángulos), rojo para diferencias superiores a este valor y verde para puntería exacta.

Aparecen en pantalla elementos nuevos de control cuando existen datos de tiro calculados y que sirven para:

- “Apuntar tubo” permite llevar al tubo la orientación indicada.
- “Cancelar” permite cancelar el tiro.
- “Hecho fuego” permite informar de la realización del disparo a otros equipos y actualizar los datos logísticos de munición.
- “Datos” muestra los datos de entrada y salida correspondientes a la orden de tiro.

Cuando el tubo ha alcanzado los ángulos correctos de la orden de tiro, se muestra la pantalla del apuntador con el siguiente aspecto (véase página siguiente).

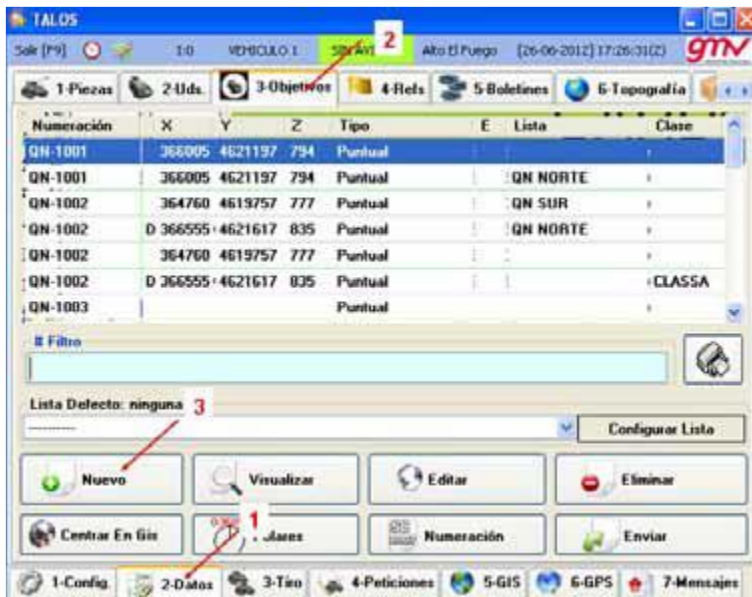
En ella se muestran los campos numéricos de ángulos en fondo verde y el punto de objetivo coincidiendo con el centro de la diana en verde. También se muestra el mensaje “apuntado” y una cuenta atrás (ej.: “F-30”).



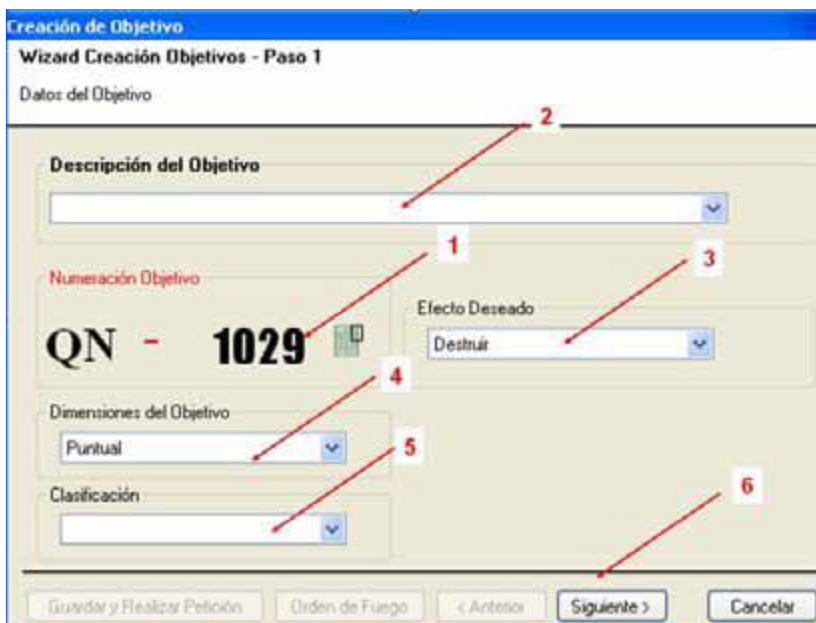
Acción de fuego sobre un objetivo imprevisto

Secuencia sobre la pantalla observada:

1. ° Seleccionar la ventana inferior número 2 (Datos).
2. ° Seleccionar la ventana superior número 3 (Objetivos).
3. ° Pulsar la ventana Nuevo.



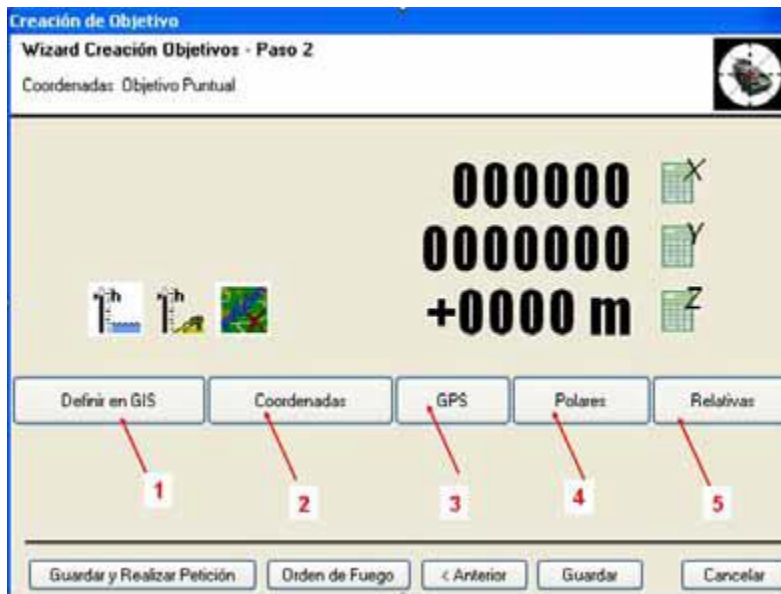
En ella podremos numerar el objetivo (1), describir el objetivo (2), definir el efecto deseado (3), definir las dimensiones del objetivo (4) y clasificarlo (5). Una vez realizadas estas operaciones, pulsamos la tecla “Siguiente” (6).



Nos aparecerá la siguiente ventana.

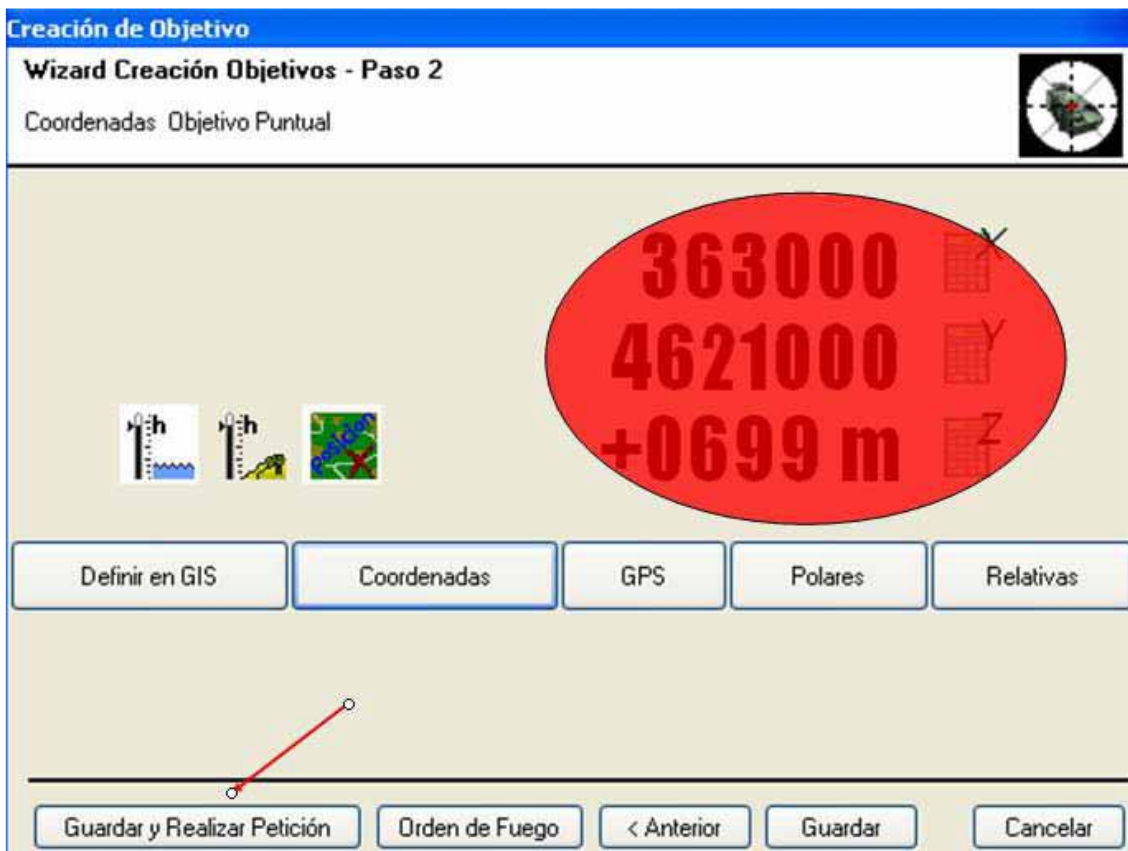
Aquí podremos definir el objetivo utilizando la cartografía de la zona definiéndolo en GIS (1), localizarlo por coordenadas que nos pase un observador (2), por coordenadas GPS (3), localizarlo por coordenadas polares que nos designe el observador (4) o definir

el objetivo relativo a una posición ya conocida (5). En este ejemplo vamos a designarlo utilizando el método número 2, por coordenadas.





Esta es la misma ventana que teníamos anteriormente, con la diferencia de que, como apreciamos en la elipse roja, ahora tenemos las coordenadas de objetivo. Pulsaremos “Guardar y realizar petición”.



Creación de Petición de Fuego



Selecccionar Tipo De Acción

ROMPEDOR

ILUMINANTE

FUMÍGENA

< Anterior Siguiete > Cancelar

Seleccionamos quién va a observar el fuego; nos aparece “OBSV” o el propio vehículo “Vehículo 1”, y pulsamos “Siguiete”.

Creación de Petición de Fuego

Seleccionar quien realiza la petición

En la siguiente lista están todos los observadores mas la unidad propia

Celula	X	Y	Z	Fecha	Origen
OBSV	364200	4620700	720		
VEHICULC 1	364269	4620515	717		

Filtro

< Anterior Siguiete > Cancelar

Nos aparece la siguiente ventana.

En esta ventana seleccionamos los datos de tiro necesarios para la fase de eficacia; una vez designadas, pulsamos “Finalizar”.

Creación de Petición de Fuego

Fase de Eficacia Rompedor

Seleccionar los datos de tiro necesarios para la fase de eficacia

CEL

Salvas

Número Número PZ Duración (sg) Intervalo (sg)

Proyectil Espoleta

Observaciones

TALOS

Salir [F9] 1:0 VEHICULO 1 1 AVISOS Alto El Fuego [26-06-2012] 18:25:37(Z) gmv

1-Piezas 2-Uds. 3-Objetivos 4-Refs 5-Boletines 6-Topografía

Numeración	X	Y	Z	Tipo	E	Lista	Clase
QN-1025	365800	4621800	759	Puntual			
QN-1026	365659	4621290	740	Puntual			
QN-1027	364341	4622185	846	Puntual			
QN-1028	364141	4621985	843	Puntual			
QN-1029	363000	4621000	699	Puntual			
QN-1030							
QS-1001							

Filtro

Lista Defecto: nin

18:25 Petición de ROMPEDOR [Percusión]

Solicitada por OBSV Sobre el Objetivo QN-1030

Realizada hace 6 s

1 Atender 2 Denegar 3 Visualizar 4 QN-1030 5 Centrar GIS

F10 - Ocultar 1/1 0 Cerrar Aviso

Solicitud Rompedor [Percusión] desde: OBSV [15] [4 BOCAS]Objetivo:QN-1030[CEL]

Seleccionar si se realizará corrección previa

1 Con Corrección	<input checked="" type="checkbox"/> 2 Sin Corrección
-------------------------	---

QN-1030

< Anterior Siguiete > Cancelar

Bibliografía

- vectorix. (2010). *Empresa vectorix*. Obtenido de <http://www.vectronix.us/handhelds/rangefinders-day/binocular/vector-21>
- 2ª Batería Grupo de Artillería de Campaña Aerotransportable "VII". (2013). *Guía Rápida para el Uso del Talos Técnico*.
- Álvarez, J. A. (16 de 11 de 2014). *Contraste de hipótesis de dos poblaciones*. Obtenido de http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/CH_2Pob.pdf
- Barco Núñez, J. (2016). Los Morteros en la Infantería del siglo XXI. *Memorial de Infantería*, 128.
- Batería Plana Mayor Grupo de Artillería de Campaña Aerotransportable "VII". (2014). *Libro de Campo Técnico*.
- Cap. Lopera, J. A. (2015). *TALOS, el último gran apoyo de la Artillería a la Infantería*.
- Cap. Santos, A. (2016). *Pruebas MINI UAV y DRONES*.
- Centro Universitario de la Defensa. (2012). *Introducción a la Estadística*. Zaragoza: Edelvives Talleres Gráficos.
- Gonzalo, B. (2012). A punto el nuevo mortero embarcado del Ejército. *Revista Ejército de Tierra*.
- Mando de Adiestramiento y Doctrina. (2012). *Mortero CARDOM 81mm (Mortero embarcado sobre VAMTAC)- MI4-003*.
- Mando de Adiestramiento y Doctrina. (2013). *Concepto para el empleo de morteros automatizados. DIDOM_IIAA06*.
- Mando de Adiestramiento y Doctrina. (2014). *Mortero CARDOM 81 mm. Manual de empleo y mantenimiento primer escalón- MT-100*.
- Merino, T. (16 de 11 de 2007). *Intervalos de confianza*. Universidad de Chile. Obtenido de <http://escuela.med.puc.cl/recursos/recepidem/epianal19.htm>.
- Ministerio de Defensa. (02 de 04 de 2014). *Portal de Tecnología e Innovación*. Obtenido de <http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Contenido/Paginas/detalleiniciativa.aspx?iniciativaID=152>
- Pearson Prentice Hall. (2007). *Probability & Statistics for Engineers & Scientists*.
- Tte Espejo, J. F. (2016). *Integración en la malla de datos de Artillería*.