



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

### SISTEMA DE BLANCOS MÓVILES PARA TIRO CON SPIKE EN EL CMT DE PÁJARA

AUTOR

José Miguel Vera Granado

Director/es

Director académico: D. Martin Eugenio Avendaño González

Director militar: Capitán D. Feliciano Moreno Cerdán

Centro Universitario de la Defensa- Academia General Militar  
Año 2020

## **Agradecimientos**

El siguiente trabajo no pudo haber sido ejecutado sin la inestimable ayuda de mi tutor académico el profesor don Martin Eugenio Avendaño González por su gran dedicación y entrega a este trabajo.

Por otro lado, darle las gracias al capitán don Feliciano Moreno Cerdán jefe de la segunda compañía del batallón Fuerteventura por su gran apoyo y compromiso con mi trabajo y por supuesto, por mi instrucción y preparación para el ya muy próximo empleo de teniente de infantería.

En tercer lugar, quiero agradecer así mismo al teniente don Iván Collar por guiarme durante mis primeros pasos en la unidad.

También agradecer el apoyo incondicional de los suboficiales de la tercera sección encuadrados en la segunda compañía; el sargento Junco, el sargento Jiménez y el sargento Arteaga. Gracias a ellos mi paso por esta gran unidad ha sido muy amena, son la viva imagen que caracteriza al suboficial español; disciplinados, entregados, abnegados, ejemplares, leales, en resumen, excelentes profesionales y por todo ello, han sido merecedores de un pequeño hueco en el presente trabajo.

A continuación, quiero así mismo agradecer al personal de tropa y al resto de suboficiales y oficiales del regimiento por cooperar en esta causa, tanto con encuestas como con material técnico.

Quiero hacer especial mención al brigada don Eugenio Ceballos destinado en la Dirección de Tiro de Pájara, siempre dispuesto a ayudarme en todo lo que le pedía.

Y como no, a mi familia que me ha apoyado durante estos últimos años en esta gran familia que es la Academia General Militar.

## Resumen

El presente trabajo tiene el objeto de mejorar la capacidad combativa del regimiento de infantería ligera Soria 9 proponiendo una mejora sobre el campo de tiro del CMT Pájara para incrementar sus capacidades y contribuir al aumento de la instrucción de tiro, en especial, el tiro sobre blancos en movimiento. Antiguamente la instrucción de tiro sobre objetivos en movimiento se realizaba mediante los fosos cavados a pie de la línea de blancos: una persona corría a través de la galería subterránea con el blanco en el aire, obviamente este es un riesgo que no se puede permitir. Hoy en día la instrucción individual de tiro de un soldado se basa en disparar a siluetas totalmente estáticas, bien sea tiro de precisión o tiro de combate, sin embargo, dadas la experiencia de otros ejércitos en combate o en el nuestro propio, el enemigo no es estático y está en continuo movimiento. Por ejemplo, una misión tipo de una sección DCC sería batir un objetivo acorazado en movimiento. Uno de los problemas que se nos presenta es como asignarle a un soldado de cubrir una calle o una avenida de aproximación esperando que elimine un objetivo en movimiento cuando no se le ha dado esa instrucción. Pocas unidades dedican tiempo a este tipo de instrucción, de hecho, solo las unidades de Operaciones Especiales reciben este tipo de entrenamiento. Este es un claro ejemplo de las deficiencias en la instrucción de cara al combate a la que se enfrenta el conjunto del ejército español.

Por todo ello el presente trabajo analiza la posibilidad de implementar un sistema de blancos móviles para tiro con Spike, para ello, se realizará una serie de trabajos que se explicarán más adelante.

## **Abstract**

For those reasons this current work has the target to improve the combat capability of the Light Infantry Regiment Soria 9 proposing a improvement on drill ground of Pajara in order to rise their capabilities and contribute to firing drilling, specially on mobile targets. Previously, shooting on mobile targets drilling consisted of a man under the target line holding in the air a target and running from one side to another, obviously in the present day that is a risk we cannot allow to happen. Nowadays, individual shooting drilling of every soldier is based on firing at completely static targets either precision shooting or combat shooting, nonetheless due to the experience of other armies and ours, foes are not static but always in movement. For instance, a basic assignment for sniper teams is taking out an objective that is riding a motorbike. One of the problems that shows up is how we can tell a soldier to cover a street or an approximation waiting her/him to wipe out an enemy running if we have not teach that kind of training. There are a few units that have that type of drilling, in fact, only Special Operation Forces receive that training. This is an obvious example of weaknesses in our drilling heading to the combat that the Spanish Army has to cope with.

Because of those facts, the current work has the target to set a mobile target system for Spike shooting , in order to do that, a series of work will be done which is explained up ahead.

## Índice

### Contenido

Agradecimientos .....	i
Resumen .....	ii
Abstract .....	iii
Índice .....	iv
Lista de abreviaturas .....	v
Listado tablas .....	vi
Listado ilustraciones .....	vi
Capítulo 1. Introducción .....	1
Capítulo 2. Sistema Spike LR DUAL.....	7
Capítulo 3. Propuesta de Sistema de Blancos Móviles.....	11
Capítulo 4. Legalidad Vigente en CMT Pájara .....	17
Capítulo 5. Gestión de las Adquisiciones .....	25
Capítulo 6. Líneas Futuras .....	28
Capítulo 7. Conclusiones .....	29
Bibliografía .....	30
Anexos .....	31

### Lista de abreviaturas

AMFE	Análisis Modal de Fallos y Efectos Potenciales
AVURNAVE	Aviso Urgente a Navegantes
AML	Ametralladora Ligera
AMM	Ametralladora Media
C/C	Contra Carro
CMT	Campo de Maniobras y Tiro
CCZZUU	Combates en Zonas Urbanizadas
CLU	Control Launching Unit (Unidad de Control de Lanzamiento)
CUMAS	Cuadros de Mando
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades
DCC	Defensa Contra Carro
DIVLOG	División Logística
EME	Estado Mayor del Ejército
ERA	Explosive Reactive Armour (Blindaje Reactivo)
FCSE	Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado
FUSA	Fusil de Asalto
I/A	Instrucción y Adiestramiento
IR	Infrared (Infrarojos)
LOT	Line Of Target (Línea de Objetivos)
LR	Long Range (Largo Alcance)
LFX	Ejercicios de Fuego Real
MADOC	Mando de Adiestramiento y Doctrina
MCC	Medios Contra Carros
PC	Post Command (Puesto de Mando)
POSDEF	Posición Defensiva
PT	Puesto de Tiro
RI 9	Regimiento de Infantería 9
TIC	Troops In Combat (Tropas en Combate)
TOW	Tube-launched, Optically tracked, Wire-guided
TS	Thermal Sight (Visor Térmico)
UNE	Una Norma Española
VAMTAC	Vehículo de Alta Movilidad Táctica
ZO	Zona de Operaciones

## Listado tablas

Tabla 1.Componentes Sistema de Combate .....	9
Tabla 2.Presupuestos. Fuente: Elaboración propia.....	15
Tabla 3.Matriz de Proveedores. Fuente: Elaboración Propia .....	25
Tabla 4.Potenciales Proveedores. Fuente: Elaboración Propia. ....	26
Tabla 5.Proveedor de Motor Eléctrico, Variador de Frecuencia y Control Remoto. Fuente: Elaboración Propia. ....	35
Tabla 6.Proveedor de Hormigón Armado. Fuente: Elaboración Propia.....	36
Tabla 7.Proveedor del Aluminio. Fuente: Elaboración Propia.....	36
Tabla 8.Proveedor de Ruedas, Poleas y Cordino. Fuente: Elaboración Propia.....	36
Tabla 9.Tabla de Puntuaciones. Fuente: Elaboración Propia. ....	36
Tabla 10.Gráfica Valoración Proveedor del Trabajo de Hormigón Armado. Fuente: Elaboración Propia. ....	37
Tabla 11. Gráfica Valoración del Proveedor de Ruedas, Poleas, Cordino y Ganchos. Fuente: Elaboración Propia. ....	37
Tabla 12. Gráfica Valoración del Proveedor de Trabajos de Aluminio. Fuente: Elaboración Propia. ....	37
Tabla 13.Gráfica Valoración del Proveedor de Motor Eléctrico, Variador de Frecuencia y Control Remoto. Fuente: Elaboración Propia.....	37

## Listado ilustraciones

Ilustración 1.Metodología de Trabajo. Fuente: Elaboración propia.....	3
Ilustración 2.DAFO Sistema Blancos Fijos. Fuente: Elaboración Propia.....	3
Ilustración 3.DAFO Sistema de Blancos Móviles. Fuente: Elaboración propia .....	4
Ilustración 4.Esquema de Fuerzas. Fuente: Elaboración Propia. ....	12
Ilustración 5.Esquema de Fuerzas en el cordino. Fuente: Elaboración propia.....	13
Ilustración 6.Centro de Masas de la Vagoneta. Fuente: Elaboración Propia. ....	14
Ilustración 7.Campo Tiro para Spike. Fuente: Elaborado con Sketch up.....	16
Ilustración 8.Sistema de Blancos. Fuente: Elaborado con Sketch up.....	16
Ilustración 9.IAE-9.Campo de tiro de armas C/C tipo C-90 y similares.....	17
Ilustración 10.Área Peligrosa Cercana para un Blanco. Fuente: Manual Operador Misil Spike LR DUAL.....	21
Ilustración 11.Área Peligrosa Cercana. Fuente: Manual Operador Misil Spike LR DUAL .....	22
Ilustración 12. Espacio Libre de Obstáculos. Fuente: Manual Operador Misil Spike LR DUAL .....	22
Ilustración 13. Área Peligrosa para Blancos en Movimiento. Fuente: Manual Operador Misil Spike LR DUAL .....	23
Ilustración 14. Croquis Línea de Tiro. Fuente: Elaboración Propia.....	23
Ilustración 16. Zona Peligrosa Lejana. Fuente: Elaboración Propia. ....	24
Ilustración 15. Zona Peligrosa Cercana. Fuente: Elaboración Propia. ....	24
Ilustración 17. Sistema Blancos Móviles. Fuente: Elaboración propia.....	37
Ilustración 18.Poleas y otros materiales. Fuente: Elaboración propia.....	37
Ilustración 19. Motor. Fuente: Elaboración Propia. ....	37

Ilustración 20. Materiales Sistema de Blancos Móviles. Fuente: Elaboración Propia. ...	37
Ilustración 21. Vagoneta. Fuente: Elaborado con Sketch up. ....	37
Ilustración 22. Raíles. Fuente: Elaborado con Sketch up. ....	37



## **Capítulo 1. Introducción**

### **1.1. Antecedentes del sistema Spike y sistemas de blancos móviles**

Para las unidades de infantería y caballería llegaron primero los Euromissile MILAN<sup>1</sup>, puestos de tiro ligeros que podían transportarse a pie y batir objetivos a 2 km. Su incorporación a las unidades introdujo sistemas de simulación como el del trenecito que daba movilidad al objetivo, y hasta llegaron municiones de mayor perforación, pero no recibieron conjuntos de puntería con los que hacer tiro nocturno. Esa limitación fue soslayada con la compra del misil TOW<sup>2</sup>, material de medio alcance que se comenzó a recibir en el año 1996 y se instaló en vehículos como el Uro VAMTAC. Se trataba de un medio contra carro concebido para unas circunstancias concretas, sin embargo, una hipotética invasión por parte del pacto de Varsovia se consideraba improbable, por tanto, ese hecho marcaba otra orientación en las capacidades militares.

Los acontecimientos sociales, políticos, militares han derivado en cambios de conceptos en lo que a Defensa se refiere. Los responsables del Ministerio de Defensa decidieron actuar en consecuencia y empezaron a buscar una vía óptima, que por una parte trataba de buscar un sistema con mejores prestaciones y por otra reducir el número de lanzadores. La decisión finalmente tomada en el 2002 se produjo cuando la firma General Dynamics Santa Bárbara (GDSBS) firmó un acuerdo con la empresa israelí Rafael por el que la empresa española se convertiría en la contratista principal si el Spike resultaba adquirido. Finalmente, en un Consejo de Ministros del 24 de noviembre de 2006 se pactó invertir 324 millones de euros en adquirir 260 lanzadores y 2600 misiles.

En lo que a blancos móviles se refiere el Ejército de Tierra en el año 2014 adquirió un nuevo sistema de blancos abatibles para prácticas de tiro el cuál iba equipado con siluetas en 3D y localizador de impactos para francotiradores el precio total ascendió a los 3,8 millones de euros y fue adjudicado por la Jefatura de Asuntos Económicos del Mando de Apoyo Logístico.

### **1.2. Actualidad del Spike y de sistemas de blancos móviles**

Hoy en día el sistema de armamento Spike se encuentra en dotación en prácticamente la totalidad de las unidades del Ejército de Tierra en sustitución de los antiguos misiles TOW y MILÁN. Así mismo, el misil Spike no solo se encuentra en puestos de tiro operados por soldados, sino que ya se han estado integrando en vehículos tales como el URO VAMTAC y muy recientemente el nuevo 8X8 DRAGON<sup>3</sup>.

En lo que a sistemas de blancos móviles respecta, pocas son las unidades que han adquirido un sistema de blancos móviles para instrucción del tiro, una de ellas ha sido el campo de maniobras de la base “General Menacho” (Badajoz) en 2018 y que en el mes de septiembre de ese año realizó una demostración del estado de operatividad del sistema y comprobó que estaba en condiciones de usarse. Otra de las unidades que ya han

---

<sup>1</sup> Misil de segunda generación filoguiado con un alcance de 2000 m y con una cabeza de guerra de 1,8 kg en tándem. (DEFENSA, 2020)

<sup>2</sup> Misil filoguiado de segunda generación con un alcance de 3750 m, posee una cabeza de guerra en forma de carga hueca de 5,9 kg. (DEFENSA, 2020)

<sup>3</sup> Vehículo de combate sobre ruedas (VCR) fabricado por TESS Defence desarrollado sobre la base del Piranha V y dotado con una torre de 30 mm y puesto de tiro integrado para Spike. (INFODEFENSA, 2020)

adquirido este tipo de sistemas es el “Goloso” (Madrid), el Centro de Adiestramiento de San Gregorio (Zaragoza), el de la base de Álvarez de Sotomayor y el campo de maniobras y tiro de Renedo-Cabezón (Valladolid). Así mismo, entre 2019 y 2020 también se montarán los del polígono de tiro de “Casas de Uceda” (Guadalajara), el campo de tiro de la base “Cabo Noval” (Asturias) y el del acuartelamiento “General Álvarez de Castro” (Gerona).

El hecho de que estas unidades hayan puesto el ojo sobre este tipo de sistema muestra la necesidad de cambiar la manera con la que instruimos a nuestros soldados, a pesar de que es algo relativamente nuevo, cada vez más unidades están mostrando interés en adquirir este tipo de sistema móvil de blancos.

### 1.3. Objetivos

El objetivo del siguiente trabajo se centra en analizar la necesidad que tiene el Regimiento Soria 9 de dotarse de un sistema de blancos móviles que permita ejecutar el fuego con Spike en condiciones de movilidad aparte de hacerse también en estático. También debe permitir realizar el tiro tanto en condiciones diurnas como nocturnas. Como objetivo implícito cabe destacar la importancia que tiene dicha implementación en mejorar la instrucción del personal, ya que, hasta el día de hoy, el fuego se ha hecho siempre en estático, sin embargo, el combate se lleva a cabo en movimiento casi siempre.

Los trabajos técnicos por realizar en el presente trabajo son los siguientes:

1. Realizar un análisis DAFO<sup>4</sup> para analizar las carencias que tiene la instrucción del Spike actualmente frente al que se quiere implantar.
2. Llevar a cabo un análisis AMFE<sup>5</sup>
3. Encuestas a expertos en DCC y CUMAS.
4. Investigación de posibles proveedores.
5. Realizar una investigación sobre líneas futuras y mejoras a implantar sobre el sistema de blancos móviles con el objeto de añadir nuevas prestaciones y, por consiguiente, fortalecer la instrucción de la unidad.

### 1.4. Metodología de trabajo

El enfoque que quiero seguir en este trabajo es el siguiente; por un lado, poner sobre la mesa las ventajas e inconvenientes del sistema actual y como mejoraría con la implementación del sistema de blancos móviles y, por otro lado, tener una visión de futuro para que una vez en funcionamiento, añadir mejoras sobre el mismo con el fin de mejorar la instrucción de la tropa.

---

<sup>4</sup> Herramienta que permite al usuario analizar la realidad de su empresa, marca, producto para poder tomar decisiones en el futuro. (MINISTERIO DE INDUSTRIA, 2020)

<sup>5</sup> Metodología que permite estimar y predecir los fallos que pueden suceder en un producto que se encuentra en fase de diseño. (ISOTOOLS, 2019)

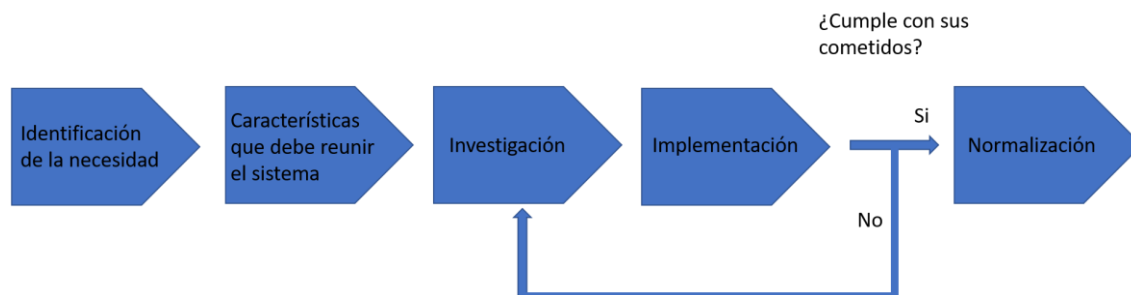


Ilustración 1. Metodología de Trabajo. Fuente: Elaboración propia

La ilustración 1 muestra la metodología a seguir durante la realización de este proyecto:

1. Identificación de la necesidad: No son pocas las ocasiones en las que durante un ejercicio de I/A surgen preguntas o situaciones en las cuales uno piensa como podríamos mejorar la instrucción y/o formación de nuestros hombres y mujeres. Durante el tiro ya sea de combate o de precisión o durante la limpieza de una edificación en CCZZUU aparecen también estas preguntas; ¿Cómo cambiaría la instrucción si en vez de blancos fijos utilizáramos blancos móviles?, ¿Sería igual de fácil para el soldado acostumbrarse a las nuevas condiciones? ¿Cuánto tardaría en hacerlo? ¿Mejoraría la capacidad de supervivencia de la unidad en combate? La respuesta es sí. Por supuesto que implementar un sistema similar al descrito mejoraría la destreza de nuestras tropas y por tanto sus posibilidades de supervivencia en caso de ser desplegados en ZO y tener un TIC, aumentarían.  
A continuación, se muestra una comparación de ambos sistemas mediante dos análisis DAFO:

<p><u>Debilidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Sistema obsoleto y repetitivo.</li> <li>-No aporta variedad de ejercicios</li> </ul>	<p><u>Amenazas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atraso frente a la instrucción de otros ejércitos</li> </ul>
<p><u>Fortalezas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-No hay necesidad de instruir a la gente en el actual sistema, ya conocen como funciona.</li> <li>-Barato</li> </ul>	<p><u>Oportunidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Nada reseñable</li> </ul>

Ilustración 2.DAFO Sistema Blancos Fijos. Fuente: Elaboración Propia

El siguiente DAFO muestra un análisis del actual sistema de blancos físicos el cual se divide en dos partes:

**Análisis interno (Fortalezas y debilidades):** En esta parte se realiza un “escáner” de la actual situación considerando sus fortalezas y debilidades.

De entre las debilidades cabe destacar que se considera un sistema obsoleto y repetitivo por la razón de que cuando se sale al campo se realizan los mismos ejercicios repetidas veces y no nos adiestramos considerando la amenaza real a la que nos podemos enfrentar. Por otro lado, no aporta variedad de ejercicios porque siempre se dispara a un blanco físico ya sea en pie, rodilla en tierra o tendido algo que resulta muy fácil y mecánico ya que el objetivo no se mueve. De las principales fortalezas que posee el sistema actual destaca el coste económico, no necesita de grandes obras ni de grandes adquisiciones para montar la línea de objetivos. Por otro lado, la gente ya está instruida en los ejercicios tipo que se suelen llevar a cabo, por tanto, no se necesita invertir tiempo en practicar los ejercicios más allá de lo justamente necesario.

**Análisis externo (Amenazas y Oportunidades):** Tanto las amenazas como las oportunidades pertenecen al círculo exterior, pero deben ser tenidas en cuenta para superarlas, en el caso de las amenazas, o bien para aprovechar las oportunidades que brinda el mercado exterior.

De entre las amenazas cabe destacar la alta probabilidad de que nos estemos atrasando en cuanto a instrucción en el tiro se refiere debido a que otros ejércitos hayan incorporado a sus CMT sistemas de blancos móviles y estén mejorando sus capacidades de batir objetivos en movimiento.

De entre las oportunidades que brinda el sistema actual no hay nada que destacar.

<p><u>Debilidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Escasez de información</li> <li>-Costoso</li> </ul>	<p><u>Amenazas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Paralización del proyecto por falta de normativa</li> </ul>
<p><u>Fortalezas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Proyecto nuevo con gran proyección</li> <li>-Aporta gran variedad de ejercicios</li> </ul>	<p><u>Oportunidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mejora sustancial de la instrucción</li> </ul>

Ilustración 3.DAFO Sistema de Blancos Móviles. Fuente: Elaboración propia

El siguiente DAFO muestra un análisis del propuesto sistema de blancos móviles el cual se divide en dos partes:

**Análisis interno (Fortalezas y debilidades):**

De entre las debilidades que se pueden destacar cabe citar la falta de información relativa a normativa de sistema de blancos móviles, de hecho, no

hay ninguna<sup>6</sup>. Por otro lado, la implantación de dicho sistema requiere de un desembolso valorado entre 10000 y 15000 euros, además requiere de obras para instalarlo.

De entre las fortalezas destaca la proyección que puede tener ya que se puede remodelar para hacer tiro con otro tipo de armamento tales como fusilería, AMM/AML o AG 36<sup>7</sup>. Así mismo se puede instalar en casas de goma<sup>8</sup> para hacer instrucción en limpieza de edificaciones. Por otro lado, nos brinda la posibilidad de realizar tanto ejercicios con blancos fijos, como con blancos móviles en el que por ejemplo tengamos que abatir a dos objetivos que se desplazan en sentidos diferentes.

### **Análisis externo (Amenazas y Oportunidades):**

De entre las amenazas externas que puedan socavar con la propuesta hay que reseñar la posibilidad de que por falta de normativa y por motivos de seguridad, se paralice proyectos como este.

De entre las oportunidades se debe destacar que en el caso de que la propuesta salga adelante y se vean los frutos de su implantación, reciba financiación externa para añadir nuevas prestaciones al proyecto y, por consiguiente, mejorar la instrucción de nuestros soldados.

2. Características que debe reunir el sistema: Para simular un carro de combate en movimiento es necesario reunir todos aquellos materiales necesarios para montar dicho sistema. Concretamente, debe permitir el movimiento y simulación de un “carro de combate” de un lado a otro a lo largo de 100 metros de “pista” a una velocidad que oscile entre los 30 y los 50 km/h, que es aquella a la que se mueve un carro de combate en terreno, así mismo debe permitir la iluminación del blanco para la adquisición del objetivo a partir del CLU del Spike en caso de nula visibilidad durante el arco nocturno. Por otro lado, debe permitir ser controlado mediante un control remoto a distancia, concretamente desde la línea de fuego, es decir, desde los 3000 m hasta los 4000 m. Así mismo, debe permitir cambiar el sentido del desplazamiento, así como la velocidad a lo que o hace. En cuanto a sistema de seguridad se refiere, se debe de incluir un sistema de protección de los componentes del sistema a modo de hesco bastions y sacos terreros.
3. Investigación: Esta es la parte en la que se realizan todos aquellos procesos en los que se adquiere conocimiento sobre los materiales idóneos para implementar el sistema, encuestas a expertos, recopilación de información sobre sistemas similares de ámbito nacional o internacional, datos técnicos del sistema de armas, normativa vigente sobre uso y empleo de armas C/C, así como seguridad en los ejercicios LFX. Por otra parte, Se llevará a cabo un estudio de los posibles proveedores de los distintos materiales necesario para establecer dicho sistema [Ver capítulo 5].

---

<sup>6</sup> Según el brigada Pavón juez de tiro deportivo civil y militar y experto en técnica de tiro, no hay norma relativa a sistemas de blancos móviles a nivel Defensa, solo a nivel civil.

<sup>7</sup> Lanzagranadas de 40 mm acoplable al FUSA HK G-36.

<sup>8</sup> Edificación en el que se realiza limpieza de habitaciones y que está compuesta por gaucha y materiales resinosos para que al hacer fuego el proyectil no rebote y hiera a los combatientes.

4. Implementación: Esta es la parte en la que una vez reunidos los materiales necesarios y recopilada la información pertinente se pasa a la fase de montaje del sistema de blancos móviles. Dicho montaje se realizará tal y como muestra la Ilustración 9. Para esta fase se puede ver un análisis AMFE para predecir los errores que puedan ocurrir durante la fase de implementación del sistema. [ver Anexo 1]  
Entre esta fase y la siguiente hay un paso intermedio en el que se realizan ensayos del funcionamiento del sistema para comprobar que cumple con los requisitos exigidos, en caso de que no sea así, se volverá a la fase de investigación y de esta forma se repetirá el proceso hasta que cumpla con sus cometidos.
5. Normalización: Una vez comprobado que el sistema funciona correctamente, se pasa a la fase de normalización. La fase de normalización implica la adquisición e implementación del mismo sistema en otros campos de tiro, instrucción de la tropa en adquisición y neutralización de objetivos móviles, así como mantenimiento de los materiales que forman el cómputo global del sistema de blancos y, por último, una recopilación de lecciones aprendidas del proyecto.

## **Capítulo 2. Sistema Spike LR DUAL**

### **2. Descripción del sistema**

#### **2.1. Generalidades**

El sistema contra carro Spike alberga los siguientes subsistemas:

1. El sistema de combate.
2. El equipo de Adiestramiento de campo (ODT).
3. El equipo de Adiestramiento de Sala (IDT).
4. El entrenador Mecánico (MT).

En los siguientes subcapítulos se explicarán con detalle cada uno de los componentes del sistema Spike.

#### **2.2. Sistema de combate**

El sistema de combate Spike es un sistema portátil de misiles contra carro guiados electroópticamente de tercera generación. Este sistema de combate está diseñado para ser utilizado por unidades de infantería contra carros de combate como puede ser una sección DCC o vehículos blindados. También puede ser utilizado contra helicópteros y blancos puntuales de alta rentabilidad. El misil Spike LR Dual puede ser lanzado de día y de noche y en condiciones de visibilidad reducida a distancias de hasta 4000 metros.

Las características del sistema son las siguientes:

1. Poco peso, dicho sistema tiene un peso total de 26,8 kilogramos y puede ser transportado por dos soldados.
2. Alta precisión del sistema de guiado durante las operaciones diurnas y nocturnas a lo largo de todo el recorrido del misil (4000 metros).
3. La alta trayectoria de vuelo permite impactar sobre el objetivo con gran ángulo
4. La doble cabeza de guerra, activadas de forma secuencial, puede penetrar sistemas de Blindaje Reactivo<sup>9</sup> (ERA).

#### **2.3. Estructura del sistema de combate**

El sistema de combate contiene los siguientes subsistemas:

1. Misil Spike LR Dual: El misil Spike LR Dual es un misil contra carro electroópticamente guiado que se encuentra dentro de un tubo lanzador.
2. Sistema de lanzamiento: Un Visor Térmico montado en la CLU permite realizar funciones que se describen a continuación. Las características electroópticas del Sistema de Lanzamiento permiten la detección, reconocimiento e identificación del blanco, como se detalla en la siguiente tabla:

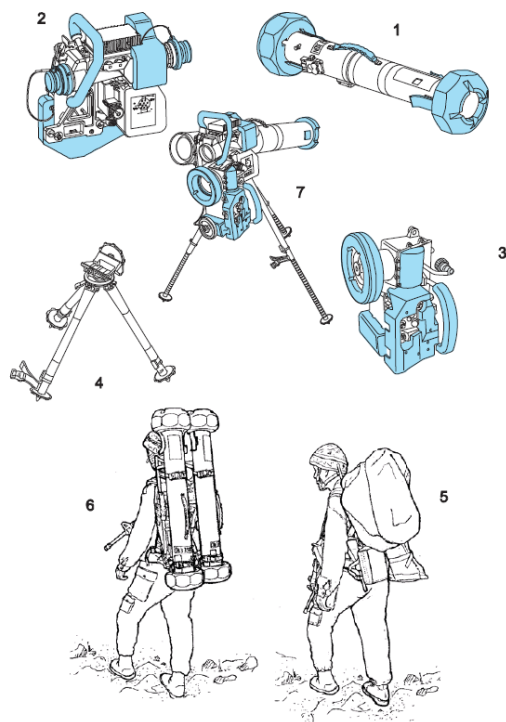
---

<sup>9</sup> Tipo de blindaje adicional con forma de ladrillo superpuesto sobre la coraza del vehículo y que está relleno de material explosivo de manera que cuando un misil, granada o cohete de carga hueca impacta sobre él, no llega a penetrar en el blindaje del vehículo. (MATÍAS, 2019)

Detección del Blanco	Dice de la capacidad de definir puntos vistos como objetos de interés.
Reconocimiento del Blanco	Dice de la capacidad de definir objetos de interés como blancos.
Identificación del Blanco	Dice de la capacidad de definir blancos como tipos específicos.

3. **CLU:** Las características principales de la CLU son las siguientes:
  - a. La Unidad de Control de Lanzamiento (CLU) es la dupla Hombre-Maquina (MMI) del Sistema Spike; en ella se incluye los controles, indicadores e interfaces de la visualización que se requieren para el funcionamiento del Sistema Spike,
  - b. Permite la observación y adquisición de objetivos mediante el uso del visor óptico durante ambiente diurno y la electrónica de la CLU para operar con el Visor Térmico para operar en condiciones nocturnas y de baja visibilidad.
  - c. Permite la observación y adquisición previas al lanzamiento: observación de la imagen del blanco, enganche del blanco y actualización del punto de enganche.
  - d. Lanzamiento del misil ya sea modo Enganchado o en Modo Manual
  - e. Durante el vuelo: actualización del punto de enganche o guiado manual del misil y enganche de un blanco antes del impacto.
4. **Visor Térmico:** El visor térmico permite la observación y adquisición del blanco durante la noche y en condiciones de poca visibilidad. Posee dos campos de visión: El campo de Visión Ancho (CVA) que se emplea para observar y detectar blancos, y el Campo de Visión Estrecho (CVE) se emplea para reconocer e identificar los blancos.
5. **Trípode:** El trípode sirve de apoyo del Misil Spike LR DUAL y la CLU. El trípode permite al operador lanzar el misil desde las siguientes posiciones: tendido, sentado y de rodillas.
6. **Mochila para puesto de tiro:** La mochila para puesto de tiro se emplea para transportar la CLU + TS, el trípode y dos baterías de reserva.
7. **Mochila para misiles:** La mochila para misiles se usa para transportar uno o dos misiles.





- 1.Misil Spike.
- 2.CLU.
- 3.TS.
- 4.Trípode.
- 5.Mochila para puesto de tiro.
- 6.Mochila para misiles.
- 7.Sistema de combate.

Tabla 1.Componentes Sistema de Combate

## 2.4. Funcionamiento del sistema de combate

El Sistema de Combate es transportado por dos soldados. Para el lanzamiento de un misil Spike, el grupo Spike de combate debe sacar los componentes del sistema de combate y montar el puesto de tiro mediante el despliegue del trípode, el montaje del misil en éste y la CLU sobre el tubo lanzador del misil, deslizándola hasta que se asegure en el tubo lanzador. Una vez realizadas estas operaciones el Sistema de Combate está listo para su empleo.

El operador puede adquirir el blanco mediante la observación de la imagen que se exhibe a través del ocular. Seguidamente, el operador puede activar el misil y observar la imagen del blanco a través del buscador que se encuentra en el mismo (diurno en blanco/negro o con el sensor de formación de imágenes térmicas IR); en esta etapa, el ocular muestra una imagen del buscador. Después de la adquisición del blanco, el operador debe seleccionar el Modo de Enganche o el Modo Manual y lanzar el misil.

El Misil Spike LR Dual tiene tres modos de funcionamiento:

1. Dispara y olvida (F&F): En este modo el operador engancha el blanco y luego lanza el misil. El misil se guía por sí solo de forma autónoma hacia el blanco sin la intervención del operador.
2. Dispara y Observa (F&O): En este modo el operador también engancha el blanco y luego lanza el misil. Pero en este caso, el operador puede actualizar el punto de enganche del blanco o cambiar a otro blanco mientras observa su imagen.
3. Modo Manual: Si el operador no puede enganchar un blanco, puede seleccionar el modo manual y lanzar un misil sin estar enganchado al blanco. En este caso el operador debe dirigir manualmente el misil cuando está en vuelo. Cuando el misil se acerca al blanco, el operador debe realizar el

enganche en el punto del blanco deseado lo más pronto posible antes del impacto.

El misil puede ser lanzado con dos posibles trayectorias, dependiendo de la elección del operador antes del lanzamiento:

1. Modo de Trayectoria Alta (HT): Este modo proporciona ángulos de impacto altos para impactar las áreas menos protegidas del blanco.
2. Modo de Trayectoria Baja (LT): Este modo se emplea cuando el misil en trayectoria alta es inaceptable debido a la presencia de nubes bajas o si se imponen otras restricciones físicas en la trayectoria de vuelo del misil.

## **2.5. Posibilidades de empleo en unidades de infantería ligera**

Varias son las características que definen a la infantería ligera, una de ellas podría decirse que es la adaptación al terreno, ya que es el único tipo de unidad capaz de combatir en zonas urbanizadas, subsuelo, montaña, bosque y desierto entre otros. También tienen una gran capacidad de maniobrar en el combate, esto es, pasar de defensiva a ofensiva, entre otras posibilidades, así mismo tienen una gran capacidad de despliegue, ya sea por medios helitransportados, aéreos o mediante vehículos de transporte terrestres como los camiones. Sin embargo, al ser un tipo de unidad ligera entendiéndose como el hecho de que portan armamento ligero tales como fusiles, pistolas, AML/AMM y además tienen escasa protección ante vehículos blindados como los carros de combate tipo Leopard 2E<sup>10</sup>, la posibilidad de usar un sistema C/C como el Spike, les confiere una gran ventaja e incremento de la supervivencia en combate contra este tipo de amenazas. Es por ello por lo que se crearon las unidades de DCC, que son aquellas especialmente concebidas para el combate contra medios acorazados. De manera adicional, también pueden batir otro tipo de objetivos como PC, Cachés, fuentes de suministro eléctrico y depósitos de combustible entre otros objetivos rentables.

Por otro lado, cabe destacar la capacidad que tiene el sistema para la observación y vigilancia durante el arco nocturno y diurno gracias a su CLU [Ver capítulo 2]. Otra de las capacidades que permite el Spike es la capacidad de defenderse contra helicópteros enemigos.

Por todas estas razones el Spike se ha convertido en un medio vital para las unidades de infantería ligera porque de esta forma pueden contrarrestar su escasa protección con una buena potencia de fuego y observación.

---

<sup>10</sup> Vehículo de combate pesado de 62 toneladas operado por 4 tripulantes y armado con un cañón de 120 mm y dos ametralladoras de 7,62 mm. (DEFENSA, 2020)

### Capítulo 3. Propuesta de Sistema de Blancos Móviles

A continuación, se expone una posible propuesta de acuerdo con la idoneidad de los campos de tiro del CMT de Pájara.

El siguiente sistema podría integrarse en cualquier instalación de tiro, preferiblemente sobre terreno llano, es decir, campo de tiro 200 m como mínimo. [Ver capítulo 4 apartado 4.4]. El blanco móvil intenta simular el movimiento de un objetivo desplazándose de un lado para otro. Dicho movimiento es posible con la acción de un motor eléctrico a distancia de una plataforma sobre la que se coloca el objetivo. La plataforma se desplaza sobre unos raíles mediante ruedas. La activación de la fuerza tractora debe realizarse con un transmisor- receptor de gran potencia, para posibilitar el empleo de armas de mayor alcance, caso del Spike. En su conjunto, este módulo debe ser portado en un vehículo, y de fácil montaje que no conlleve más de media hora.

#### 3.1. Descripción de los materiales

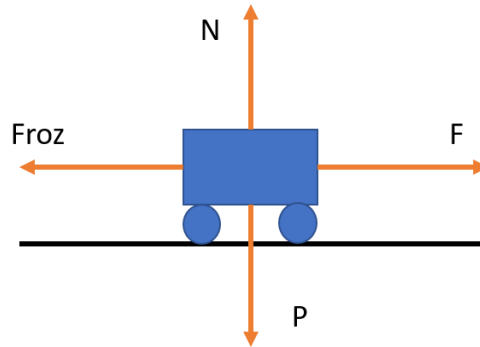
- Motor: Si se quiere un sistema portátil, es necesario un motor que se alimente con una batería de coche o grupo electrógeno y que permita el movimiento en ambos sentidos.

Para la elección del motor es necesario que este ejerza una potencia la cual permita desplazar al conjunto de la vagoneta a una velocidad similar a la que lo hace un carro de combate, unos 50 km/h. Por ello, hay que tener en cuenta la siguiente expresión:

$P=W/t$ , donde P es la potencia medida en vatios, W el trabajo que se mide en julios y t el tiempo en segundos.

Por consiguiente, si tenemos una resistencia caracterizada por la fuerza de rozamiento de las ruedas con los raíles y por otra parte podemos despreciar la fuerza de rozamiento del aire, además, debido a que necesitamos obtener una velocidad de 50 km/h, la expresión queda como se muestra a continuación:

$P=W/t=F*d/t$ , donde F es la fuerza ejercida sobre la vagoneta y d es la distancia que recorre, si sustituimos la expresión d/t por v que es la velocidad que necesitamos (50 km/h o 13,8 m/s) la expresión queda;  $P= F*v$ . Para extraer el valor del término F necesitamos saber cuál es el valor de la fuerza de rozamiento,  $F_{roz}$ , ya que como mínimo necesitamos vencer esa fuerza para que la vagoneta inicie el movimiento. El material con el que está hecho los raíles es el aluminio, y las ruedas están hechas de plástico tipo PP (Polipropileno) ya que es un material resistente al calor y no deja pasar la humedad, por lo que es perfecto ya que aguanta el calor del rozamiento generado al moverse y además resiste la humedad del CMT de Pájara debido a su proximidad al mar. La fuerza de rozamiento depende del coeficiente de rozamiento entre los dos materiales (plástico y aluminio) y el peso de la vagoneta, dado que la fuerza normal, N, resultante de la tercera ley de Newton por la cual una acción tiene una reacción en el sentido contrario y con mismo módulo, esto es, P definido como la fuerza que ejerce la Tierra sobre la vagoneta, es igual a N, por tanto la única fuerza que actúa como resistencia al movimiento del conjunto queda definida por  $F_{roz} = \mu*m*g$ , donde  $\mu$  es el coeficiente de rozamiento, m es la masa en kg de la vagoneta y g es la aceleración medida en  $m/s^2$ .



$$F_y = 0 = N - P = 0$$

$$F_x = 0 \text{ (cte), } F = \text{Froz}$$

$$P = F \cdot v = \mu \cdot m \cdot g \cdot v = 0,15 \cdot 40 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 13,8 \text{ m/s} = 811,44 \text{ w.}$$

Ilustración 4. Esquema de Fuerzas. Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos observar, necesitaremos un motor que ejerza una potencia de 811,44 w o lo que es lo mismo 1,10 CV.

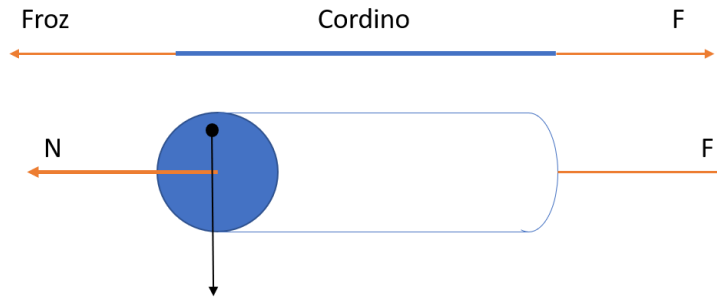
Dado los datos anteriores, la mejor elección sería un motor monofásico. Estos motores se caracterizan por tener una potencia menor a los motores trifásicos debido a que poseen una única tensión alterna frente a la triple onda de los trifásicos. Generan energía mecánica a través de energía eléctrica producida por el principio de atracción y repulsión entre un imán y un núcleo magnético al que se le aplica una corriente eléctrica.

- Cable: La fuerza tractora se transmitirá por dicho cordino que irá unido al motor y al blanco pasando por una polea.

Otro de los problemas a tener en cuenta es como tiene que ser el “cable” el cual tiene que transmitir la potencia, o lo que es lo mismo, tirar de la vagoneta.

Para proceder con dicho cometido tenemos que llevar a cabo un análisis sobre las fuerzas que actúan sobre dicho “cable”. Dicho cable estará hecho de cordino.

Anteriormente hemos calculado la fuerza que tira de la vagoneta la cual es 58,8 N. Además, como sabemos que tanto la fuerza tractora como la fuerza de rozamiento son iguales, procedemos a hacer el estudio del material, [ver ilustración 2. Esquema de Fuerzas sobre el cordino]. Para estudiar las tensiones en el cordino emplearemos el método de las secciones. Al emplear dicho método es evidente que sobre el cuerpo solo actúan fuerzas axiales y además cada sección estará sometida al mismo esfuerzo normal y este será equivalente a la fuerza tractora. El material es homogéneo y por tanto las secciones se mantienen paralelas durante toda la acción de las fuerzas, por consiguiente, la deformación de todos los volúmenes elementales será la misma y como todas poseen la misma longitud inicial, todas sufrirán la misma deformación unitaria.



Según ley de Hooke

$$\begin{aligned} E_i &= \delta / E \\ \delta &= F / dA = F / A \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} E_i &= \delta / E \\ \delta &= F / dA = F / A \end{aligned}} \right\} E_i = \frac{F}{E * A}$$

$$L - L_0 = \int E_i * dx = \Delta L = \frac{F * L}{E * A}$$

Ilustración 5. Esquema de Fuerzas en el cordino. Fuente: Elaboración propia

Según la ley de Hooke al ser la deformación unitaria,  $E_i$ , igual en todos los puntos, eso implica que la tensión normal,  $\delta$ , es igual en todos los puntos y por tanto existe una distribución uniforme de esfuerzos normales en la sección del cuerpo.

Los cordinos de entre 4 y 8 mm de diámetro están regulados por la norma UNE EN 564<sup>11</sup> y cumplen la normativa UIAA<sup>12</sup>, su material de composición es la poliamida que es un termoplástico semicristalino de baja densidad y gran estabilidad térmica. Posee una gran resistencia al desgaste, buen coeficiente de fricción, y es muy resistente a la temperatura e impactos. El tipo de cordino elegido es el de 4mm, este tiene una tensión de rotura de entre 330 a 370 daN y por tanto está muy por encima de la tensión que tiene que soportar (58,8 N). La poliamida tiene un índice de tracción,  $E$ , de 3 GPa y el límite de su alargamiento para la rotura es 37% por tanto si sustituimos los datos en  $\Delta L$ , esto queda  $\frac{58,8N * 200m}{3 * 10^9 * 1,25 * 10^{-5}} = 0,31$ , como  $0,31 < 0,37$ <sup>13</sup>, esto implica que el cordino elegido es el adecuado.

Para conocer el punto de tracción sobre la vagoneta, tenemos que conocer su centro de masas para evitar que al accionar el motor y empiece a moverse la vagoneta, este último haga efecto vuelco y sufra deterioros el material. Dado la simetría de la figura, no será necesario calcular el centro de masas en eje X y en eje Z, ya que, al ser la figura simétrica, el centro de masas se encontrará justo en la parte central a lo largo de la línea discontinua azul [Ver ilustración 6].

<sup>11</sup> La norma UNE EN 564 hace referencia al equipo de alpinismo y escalada. Cuerdas auxiliares. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo. (UNE, 2015)

<sup>12</sup> La etiqueta de seguridad UIAA es un certificado que se otorga al equipo de montañismo y escalada que cumple con los requisitos de la norma de seguridad UIAA correspondiente. (FREEMAN, 2020)

<sup>13</sup> Límite de rotura por unidad de longitud.

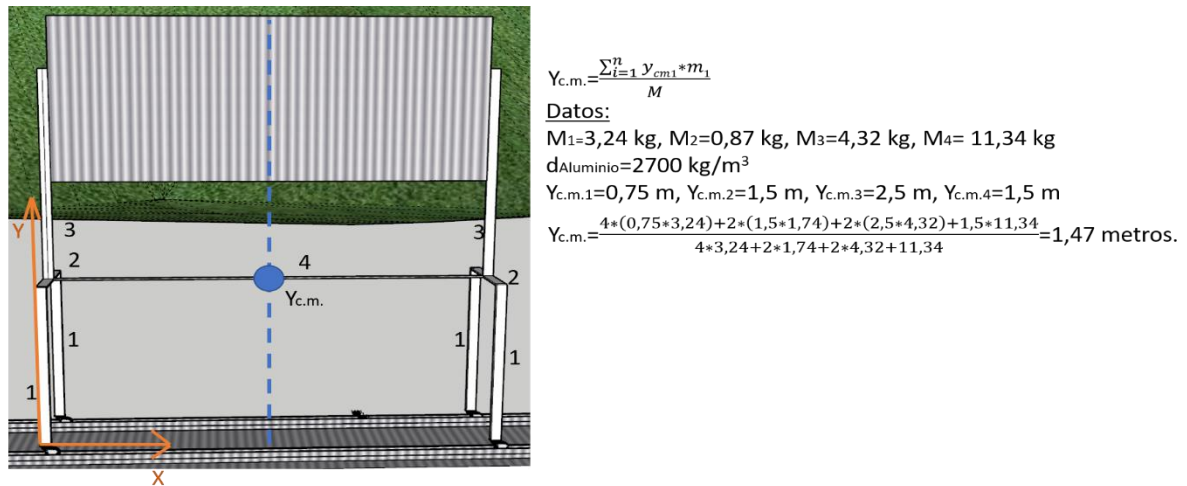


Ilustración 6. Centro de Masas de la Vagoneta. Fuente: Elaboración Propia.

- Poleas: Estos dispositivos disminuirán la fuerza de rozamiento facilitando el movimiento. Además, sirven para revertir el movimiento del blanco hacia un sentido y al otro, dependiendo del sentido de la fuerza motora.
- Raíles del metal: Serán estructuras metálicas (Aluminio) sobre las cuáles deslizará la vagoneta que sostiene al blanco. Éstos tendrán perfil en T cerrada de manera que ante cualquier movimiento en el eje Y, no se salga la vagoneta. Estarán divididas en tramos de 2 metros de manera que no tengamos demasiadas piezas y además no sean demasiado pesadas para transportar manualmente. Estarán unidas por simple encastre y atornilladas a la base de hormigón.
- Blancos: Las siluetas estarán sujetas a la base metálica dispuesta sobre las ruedas. Estas serán de distinto tamaño y forma dependiendo del ejercicio. Sería conveniente que fueran de corcho con marcos de madera. Las dimensiones de los objetivos serán de 6 m x 2.5 m (largo x alto) simulando las dimensiones de un carro medio estándar tipo Leopard 2E. El blanco estará dispuesto de tal manera que, de cara al lanzador, el objetivo esté de costado, es decir, que se vean los 6 m de objetivo.

El material del que estarán formados los blancos es el papel sobre una capa de cartón al igual que los blancos ordinarios. Esto es debido a la potencia destructora del misil Spike, ya que en el caso de que los blancos fueran de otro material como el aluminio u otro material de similar o mayor dureza, el misil podría detonar en la línea de blancos y dañar otros elementos del sistema como los raíles o el propio motor. Por tanto, la idea es que el misil atravesase el blanco y detone en la ladera de la zona de caída de proyectiles a una distancia de 100 m de la línea de blancos.

- Sacos terreros: Los sacos se emplean para cubrir las partes vulnerables; los raíles, el motor o cualquier otra parte que pueda dar problemas, también tiene el propósito de dar seguridad ante rebotes. Los sacos terreros ya se encuentran en dotación en la unidad, por tanto, no hará falta adquirirlos.
- Hesco bastions: Estos elementos de seguridad se utilizarán para proteger el conjunto raíl-blanco-vagoneta-cable tracción.
- Tablones de madera: Estos servirán para unir las estructuras metálicas, así como salvar los desniveles del terreno. El precio de adquisición se estima muy escaso ya que bastaría con pedir a una empresa maderera o que trabaje con esta clase de materiales que guarden los deshechos y nos los entreguen.

- Ruedas: Las ruedas estarán debajo de los blancos y adosadas a la estructura metálica o de madera. Estas serán guiadas por los raíles.
- Transmisor-receptor: Es necesario dar la orden al motor a distancia, mediante un control remoto. Es una caja electrónica sensible conectada a la corriente y al motor. Este elemento se trata de un variador de frecuencia que actúa directamente en la potencia ejercida por el motor.
- Control remoto: Las ondas que emita el transmisor llegarán al receptor que mediante el control remoto activará el motor que mueve el sistema. Éste consistirá en un mando proporcionado por la propia empresa.
- Hormigón armado: Los raíles estarán sujetos al suelo mediante una losa de hormigón armado, este tipo de hormigón es el ideal para soportar esfuerzos de compresión y de flexión que son los tipos de esfuerzos que va a soportar, además, estará pretaladrado en aquellos lugares donde se unan los tramos de los raíles a dicha losa. La cantidad por utilizar de este material es de 100 m x 20 cm x 70 cm (largo x profundidad x ancho), en total hace un volumen de 14 m<sup>3</sup>.

Elemento	Observaciones	Precio <sup>14</sup>
Motor 1CV		350 euros
Receptor-Transmisor	300m	850 euros
Batería de Vehículo, Grupo Electrónico	12v	1500 euros
Control remoto		100 euros
Trabajos de Aluminio (Raíles y Vagoneta)	Aluminio	6300 euros
Ruedas (4 unidades)	5,53 euros/unidad	22,12 euros
Cordino (200 metros)	6,46 euros/20 metros	64,6 euros
Ganchos (4 unidades)	3,59 euros/Unidad	14,36 euros
Poleas (2 unidades)	11,67 euros/unidad	23,34 euros
Hormigón Armado (7m <sup>3</sup> )	350 euros/1m <sup>3</sup>	4900 euros
	Total	14.124,42 euros

Tabla 2.Presupuestos. Fuente: Elaboración propia

<sup>14</sup> Los precios dados son los aproximados según cada proveedor. Siendo bastante variable el del proveedor de los trabajos de aluminio.



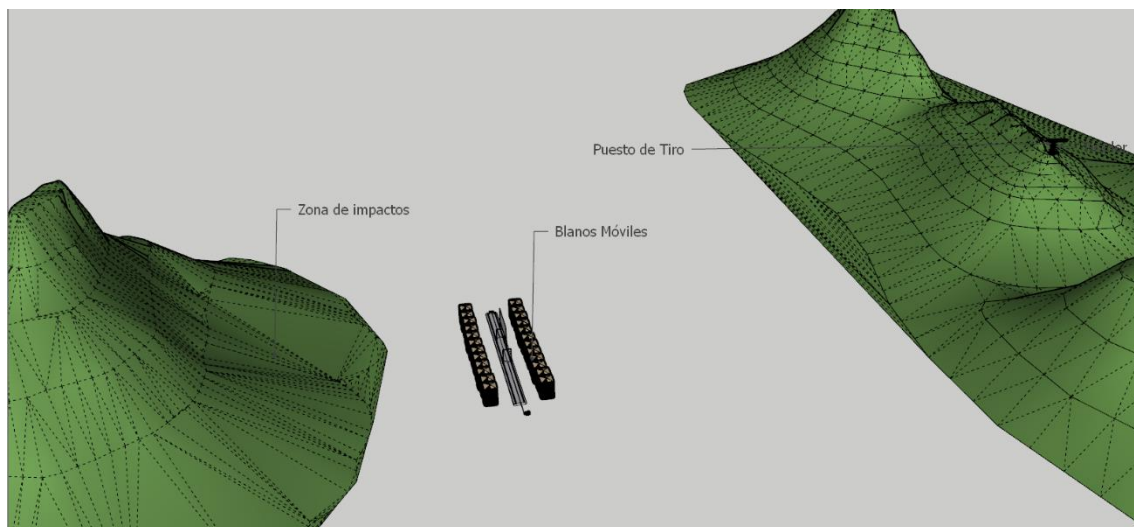


Ilustración 7. Campo Tiro para Spike. Fuente: Elaborado con Sketch up.

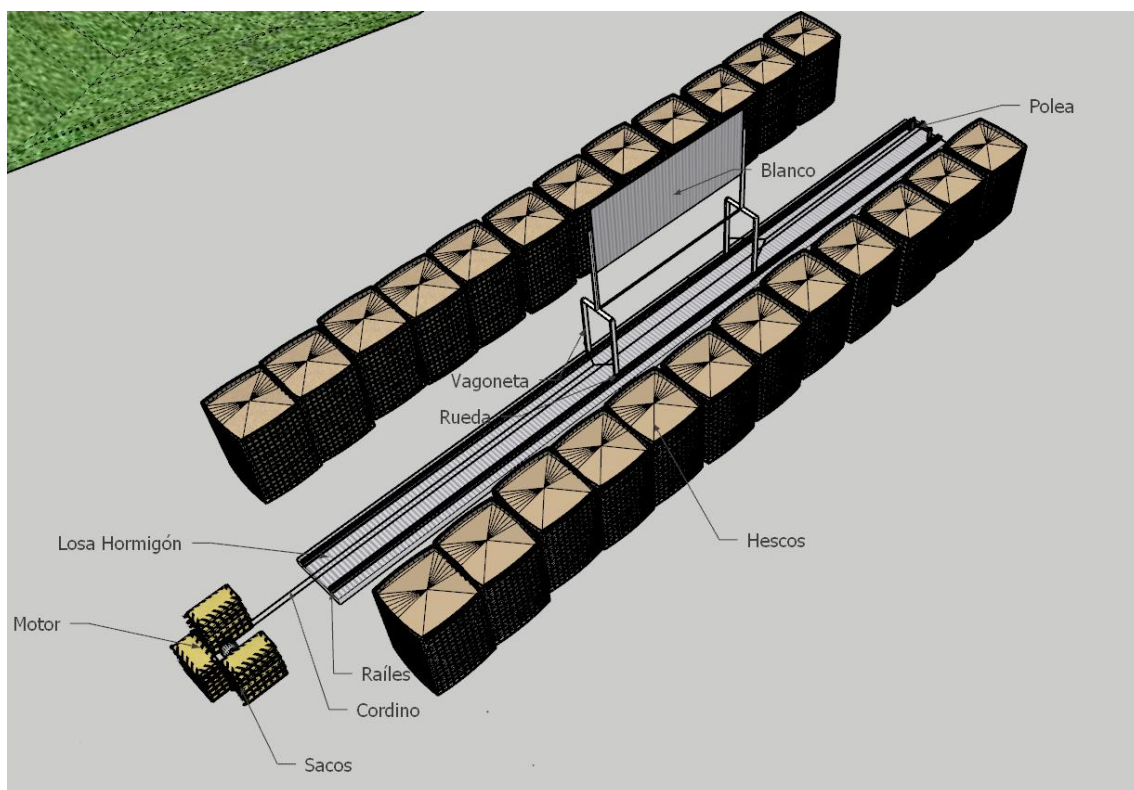


Ilustración 8. Sistema de Blancos. Fuente: Elaborado con Sketch up.



## Capítulo 4. Legalidad Vigente en CMT Pájara

### 4.1. Descripción de zonas

#### 4.1.1. Generalidades

El CMT de pájara tiene forma de polígono irregular con predominio de la dimensión Norte-Sur sobre la Este-Oeste. Su superficie tiene 46,936 km<sup>2</sup> y sus dimensiones abarca desde una longitud mínima de unos 9 km hasta una máxima de unos 12,5 km, su anchura máxima oscila entre unos 5km en su parte central y su mínima de 1 km en la parte Sur.

Se trata de un terreno de orografía difícil, muy compartimentado y aunque no cuenta con grandes elevaciones (la mayor parte de las alturas se encuentran entre los 300 y 500 m de altitud), sí que cuenta con fuertes pendientes y numerosos barrancos. Por ello existen numerosas zonas fácilmente aprovechables desde el punto de vista de la instrucción, movimiento y adiestramiento.

#### 4.1.2. Zonas de caídas de proyectiles

Son tres las zonas que tienen tal consideración:

1. Zona principal de caída de proyectiles, apta para artillería, morteros, helicópteros y aviación.
2. Zona de caída de proyectiles de lanzagranadas portátiles.
3. Campo de lanzamiento de granadas de mano.

#### 4.1.3. Zona de seguridad

El CMT Pájara está incluido en el Grupo Quinto del Reglamento de Zonas e Instalaciones de Interés para la Defensa Nacional (aprobado por R.D. 689/1978 de 10 de febrero) y de acuerdo con ello, en el BOE. Núm. 219 de 13 de febrero de 1982, tiene señalada su Zona Lejana de Seguridad definida por las alturas de: Punta del Viento (82-39), Vértice Mézquez (84-36), Cota 308 (85-32), Vértice Melindruga (84-29)(84-29), Cota 671 (82-26), Montaña Areguía (80-24) y Puerto Nuevo (77-23).

### 4.2. Instalaciones

#### 4.2.1. Instalaciones de apoyo a I/A

En total se encuentra 10 instalaciones de I/A desplegadas a lo largo del CMT, de ellas, la única que nos compete es IAE-9 CAMPO DE TIRO DE ARMAS CONTRA CARRO. Es una Zona de uso restringido. Sólo se utilizará para la instrucción de tiro con C-90<sup>15</sup> y armas similares. En ejercicios tácticos el perímetro de la zona (alambrada se puede tomar como campo de minas a desbordar.

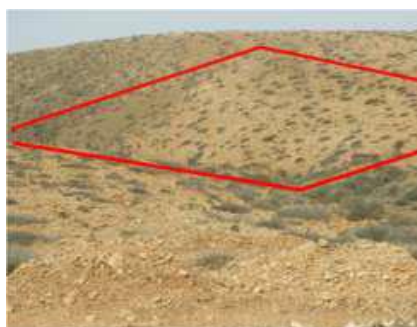


Ilustración 9. IAE-9. Campo de tiro de armas C/C tipo C-90 y similares

<sup>15</sup> Lanzagranadas de 90 milímetros con un alcance efectivo de 300 metros y disponible en 4 variantes en función de su propósito y dotado con una cabeza de guerra en forma de carga hueca.

### 4.3. Marco Legal

Según el Real Decreto 600/2012, de 30 de marzo, se declara zona de interés para la defensa Nacional el Campo de Maniobras y Tiro de Pájara, Fuerteventura. BOE. Núm.78 de 31 MAR12.BOD núm. 67 de 04ABR12.

Por otro lado, se dictaminó el Real Decreto 137/1993 de 29 de enero por el que se aprueba el Reglamento de Armas en la sección en cuya sección 2 sobre Campos, galerías y polígonos de tiro en el artículo 150 punto 1 dice que se consideran campos y galerías de tiro los espacios habilitados para la práctica del tiro que reúnan las características y medidas de seguridad que se determinan en anexo a este documento. A su vez el punto 3 del mismo artículo determina que los campos y polígonos de tiro sólo podrán ser instalados en los terrenos urbanísticamente aptos para estos usos y en todo caso fuera de poblaciones.

El CMT Pájara reúne ambas características que define un campo de tiro, no obstante, Pájara no dispone de Campos de Tiro propiamente dichos, es decir, espacios dedicados exclusivamente a desarrollar actividades de tiro, sin embargo, existen zonas delimitadas para caída de proyectiles de diferentes tipos, sobre las que desarrollar el tiro, y otras áreas delimitadas para prácticas con explosivos y lanzamiento de granadas de mano.

En lo que respecta a campos de tiro con sistemas de blancos móviles, no hay una normativa que dictamine las reglas de uso de sistemas de blancos móviles debido principalmente a que esta es una “ciencia” poco desarrollada en nuestro ejército.

Como se ha dicho en el párrafo anterior, no hay una normativa expresa relativa a sistemas de blancos móviles a nivel Defensa no siendo así en el ámbito civil, sin embargo, sí tenemos que considerar ciertas normas con relación a medidas sanitarias y de seguridad en ejercicios con fuego real:

Para la instrucción de este tipo de ejercicios, se redactó la normativa NG 01/07 del EME-DIVLOG que establece los apoyos sanitarios en ejercicios de Instrucción y Adiestramiento del ET.

Pues bien, el artículo 253 de las RROO para el ET establece que con ocasión de ejercicios de tiro, marchas, maniobras y actos que entrañen riesgo o puedan requerir asistencia, el Mando, asesorado por su servicio sanitario, fijará el personal y los medios técnicos y de evacuación que acompañarán a las Unidades, así como el lugar más adecuado en que deban encontrarse. El apoyo sanitario debe establecerse de forma particular para cada tipo de actividad en función de la peligrosidad, del alejamiento de los centros asistenciales y de la dificultad de evacuación.

Existen una serie de criterios asistenciales para el planeamiento del apoyo sanitario:

1. En primer lugar, la asistencia quirúrgica a un herido se debe prestar siempre en el menor plazo de tiempo posible. Desde el punto de vista del planeamiento, debe de hacerse todo lo posible para que la asistencia técnica a un herido de prioridad 1<sup>16</sup> se realice en un plazo máximo de una hora. El personal formado como sanitario está capacitado para efectuar Soporte Vital Básico (SVB) ya que el mayor peligro vital suele ser una hemorragia intensa, aunque serio,

---

<sup>16</sup> Es aquella que exige atención médica precoz, para evitar que se convierta en extrema. Requiere cirugía antes de las 6 horas y transporte bajo control médico.

- puede ser tratado por personal con Soporte Vital Básico. Por todo lo anterior, no será necesario siempre la presencia de personal médico o enfermero.
2. En cuanto al tiempo estimado de evacuación, según lo anteriormente expuesto debe ser menor de una hora. Por ello, hay que tener en cuenta el lugar donde se desarrollan los ejercicios, el estado de las vías de comunicación, los medios disponibles para el traslado, el estado del tráfico, así como otros factores ambientales y sociales, véase lluvia intensa, niebla o manifestaciones respectivamente.
  3. Por otro lado, para facilitar la evaluación del riesgo es vital analizar diversos factores entre los que destaca el tipo de arma a emplear.<sup>17</sup>
  4. Otros aspectos por considerar es la instrucción previa del personal considerándose un riesgo mayor en el caso de la instrucción básica del personal y menor cuando tenga mayor antigüedad y experiencia. El número de personas también tiene impacto sobre el riesgo siendo mayor cuando más masivo sea el ejercicio y menor cuando menos personal participe. Otras de las condiciones por tener en cuenta es la condición de ejercicio dinámico o estático con movimiento de unidades, así como si se realiza en arco nocturno o diurno y las condiciones meteorológicas.

Así mismo para implementar el sistema de blancos móviles es importante tener en cuenta las normas imperativas que impone la normativa IT 18/09 del MADOC. Medidas de Seguridad en Ejercicios de Adiestramiento con Fuego Real (LFX). Un ejercicio LFX consiste en el movimiento de unidades con el apoyo de fuego real a ese movimiento.

Existen una serie de criterios generales a tener en cuenta para el tiro con Spike:

1. En el empleo de cada arma se valorará la zona de peligro desde el PT hasta la LOT en la que actúan la probabilidad de accidentes y efectos producidos por la explosión. Así mismo, cada unidad deberá incluir al personal especialista y los medios necesarios para la destrucción de la munición que resultase defectuosa.
2. Los proyectiles no inertes como los rompedores o los misiles contra carro tendrán su punto de caída dentro de los ZCP para reducir riesgos de accidentes y propagación de incendios. En el planeamiento de los ejercicios de fuego real se tendrá en cuenta los posibles efectos de los alcances máximos de las armas a emplear, delimitando las posibles zonas de seguridad. La visibilidad y la presencia de otros agentes atmosféricos o meteorológicos, al limitar la ejecución del fuego con garantías de seguridad para las fuerzas propias, deberán valorarse en el planeamiento de la maniobra.
3. Previa a la realización de un LFX, los soldados deberán haber adquirido un perfecto manejo del armamento. Así mismo se realizarán todos los ensayos necesarios sin empleo de munición de fuego real hasta que las unidades estén preparadas para su ejecución con munición de guerra. Para evitar accidentes originados por el arma o la munición en el momento del disparo, se adoptarán las medidas de seguridad en el origen de fuegos. Éstas serán las que figuren en los manuales técnicos. Concretamente, para MCC se tendrá en cuenta que los PT serán revisados por personal especialista. La munición no se desembalará hasta el momento de efectuar el disparo y se comprobará que el

---

<sup>17</sup> El misil Spike LR DUAL, dentro de la clasificación de materiales peligrosos ONU 0181, está considerado como: Peligro clase 1 (Explosivos), División de peligro 1 (Artículos con riesgos de explosión masiva) y grupo de compatibilidad E: Munición que contiene alto explosivo y carga de propulsión.

cono de seguridad definido para cada arma se encuentre libre de personal y obstáculos antes del disparo.

4. De forma general, en la ejecución de un LFX se determinará el momento para ejecutar las acciones de municionamiento, alimentación del arma, carga del arman poner o quitar seguro y el fuego.
5. No está permitido el fuego sobre tropas propias con MCC. Todos los participantes ejecutarán al menos un ensayo completo del ejercicio sin la autorización de fuego real. En los ejercicios nocturnos y/o con poca visibilidad, todo el personal irá provisto de algún tipo de dispositivo que permita la inequívoca identificación y permanente localización en el terreno, si es necesario se señalarán los objetivos, intervalos y líneas de coordinación.

Referente al tiro con misil Spike, con relación al oficio de S/REF y con objeto de unificar diferentes restricciones establecidas con relación al tiro con misil Spike en las distintas referencias, se estableció que:

1. Lanzamiento del misil Spike LR (tiro terrestre):

Se autoriza el lanzamiento en las modalidades de “Dispara y Olvida” y “Dispara y observa” del misil SPIKE LR DUAL en el CMT de Pájara, siempre con la autorización AVURNAVE correspondiente.

#### **4.4. Normas de Uso y Seguridad**

Para llevar a cabo el ejercicio de instrucción de tiro con Spike, es imperativo que el emplazamiento del sistema de armas se ubique a lo largo del Barranco de Garcey (Zona norte) y en el Tablero de Ugán (Zona Sur). Los ejercicios de tiro de misiles C/C se efectuarán desde la ladera Norte del Barranco de Vigocho en dirección norte Sur a la ZCP Para su uso se requiere solamente la remisión de la programación con la suficiente anterioridad a efectos de coordinación, por parte del Mando o autoridad de Coordinación de las unidades usuarias, y del jefe del CMT.

El jefe de la unidad que realice ejercicios de tiro dispondrá de las medidas de seguridad que estime convenientes para su desarrollo. En el caso de ejercicios tácticos con fuego real, tendrá en cuenta las que figuran en la IT 18/09 del MADOC [Ver apartado 4.3].

Las instrucciones que se describen a continuación se aplican a la operación y lanzamiento de Misiles Spike durante el entrenamiento:

1. Ropas y equipo de protección personal: Antes de desplegar el sistema en la posición de disparo hay que asegurarse que los operadores lleven el equipo de protección individual necesario.
2. Inspecciones preliminares: El personal especialista de segundo escalón de mantenimiento debe de inspeccionar el lanzador en las 24 horas previas al tiro, el misil debe ser activado únicamente en la posición de lanzamiento y en el tiempo más corto posible antes del disparo, con el misil Spike apuntando hacia el área del blanco y de acuerdo con las órdenes del oficial.
3. Área peligrosa: El área peligrosa está definida como resultado de cálculos estadísticos basados en la energía del motor cohete, las características

aerodinámicas del misil, los algoritmos de vuelo, las condiciones ambientales y las condiciones topográficas.

Los límites del área peligrosa han sido calculados teniendo en cuenta una probabilidad del sistema mayor de  $10^{-6}$ , lo que supone que la probabilidad de sufrir lesiones durante el lanzamiento fuera de los límites del área peligrosa es de 1 entre 1.000.000.

El área peligrosa define tres tipos de áreas:

1. Área peligrosa: Es un área de alto riesgo restringido a todas las personas.
2. Área Restringida del Blanco: Es la distancia de 200 m a vanguardia, es decir, que la distancia mínima de empleo del Misil Spike es de 200 m.
3. Área restringida del personal: Un área de menor riesgo, en la cual está limitada el acceso al personal, excepto para el que está implicado directamente el tiro.

El área peligrosa se define en dos zonas:

1. Área peligrosa lejana: Es la distancia entre el puesto de tiro y el alcance máximo del misil.
2. Área peligrosa cercana: Es el área comprendida tanto a los costados como a retaguardia del puesto de tiro. El alcance cercano incluye también un área restringida por detrás del lanzador de 4 metros que debe mantenerse limpia de obstáculos.

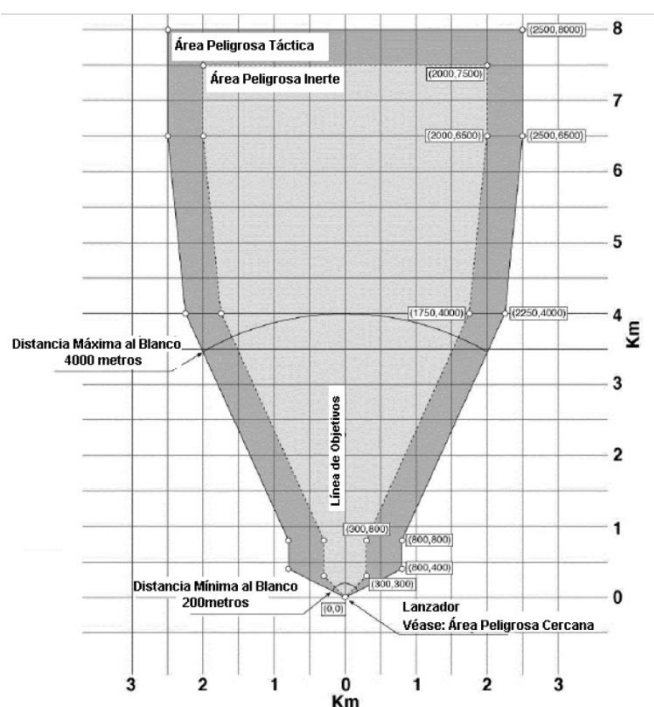


Ilustración 10. Área Peligrosa Cercana para un Blanco. Fuente: Manual Operador Misil Spike LR DUAL

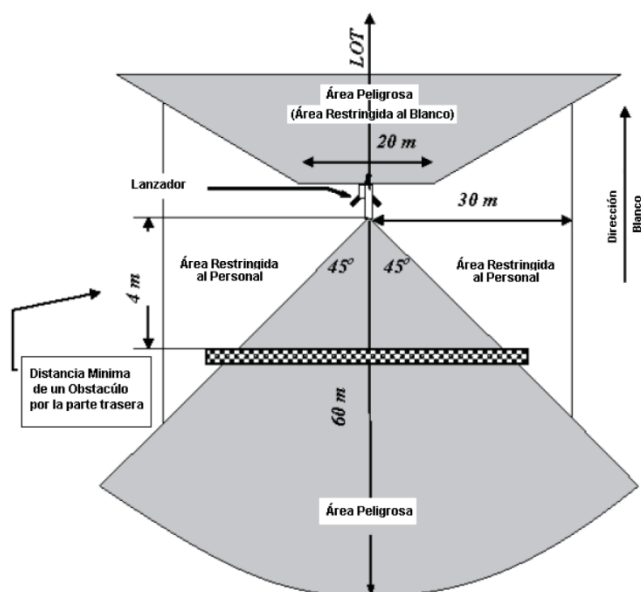


Ilustración 11. Área Peligrosa Cercana. Fuente: Manual Operador Misil Spike LR DUAL

Frente al lanzador se debe mantener despejado un sector de 6° (4 m) a ambos lados de la línea de fuego hasta unos 35 metros de distancia del lanzador, el cual deberá estar libre de cualquier objeto que sea más alto que la línea de mira entre el lanzador y el blanco.

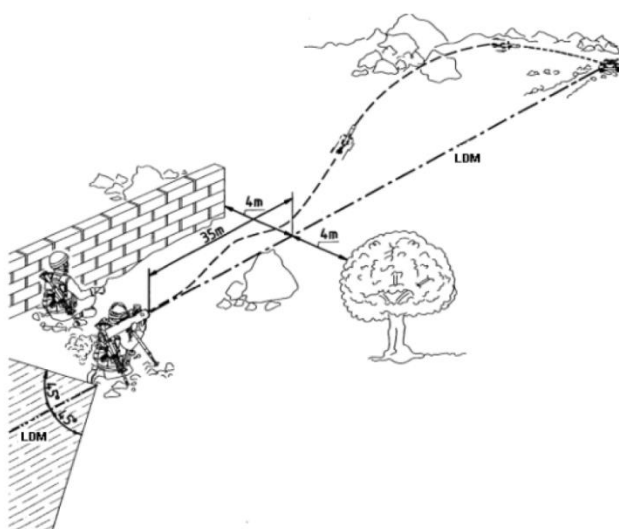


Ilustración 12. Espacio Libre de Obstáculos. Fuente: Manual Operador Misil Spike LR DUAL.

Tanto el área peligrosa lejana como la cercana están diseñadas para un lanzador y un blanco estático o en movimiento, ubicado en la línea de objetivos en el momento del lanzamiento. La distancia mínima a la línea de objetivos es de 200 m y la máxima de 4000 m.

En el caso de que el movimiento se encuentre en movimiento el área peligrosa queda como muestra la siguiente ilustración:

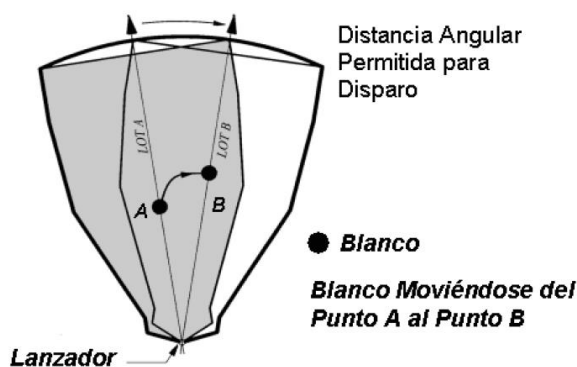


Ilustración 13. Área Peligrosa para Blancos en Movimiento. Fuente: Manual Operador Misil Spike LR DUAL

Además, se tendrán en cuenta las normas que figuran a continuación:

1. Será obligatorio el uso del casco reglamentario, y en el caso de ejercicios tácticos con fuego real, además, el uso del chaleco anti-fragmentos.
2. Se evitarán zonas rocosas como zonas de objetivos, para evitar rebotes.
3. Se prohíbe el tiro sobre edificaciones existentes, con independencia del estado en el que se encuentren.
4. Siempre que se haga uno ejercicio con fuego real, la unidad ejecutante deberá controlar la munición que ha restado defectuosa y no ha detonado.
5. Los proyectiles deberán tener su punto de caída previsto dentro de las Zonas de Caída de Proyectiles.

A continuación, dados los criterios anteriores, se va a proponer un croquis de seguridad y los apoyos sanitarios necesarios:

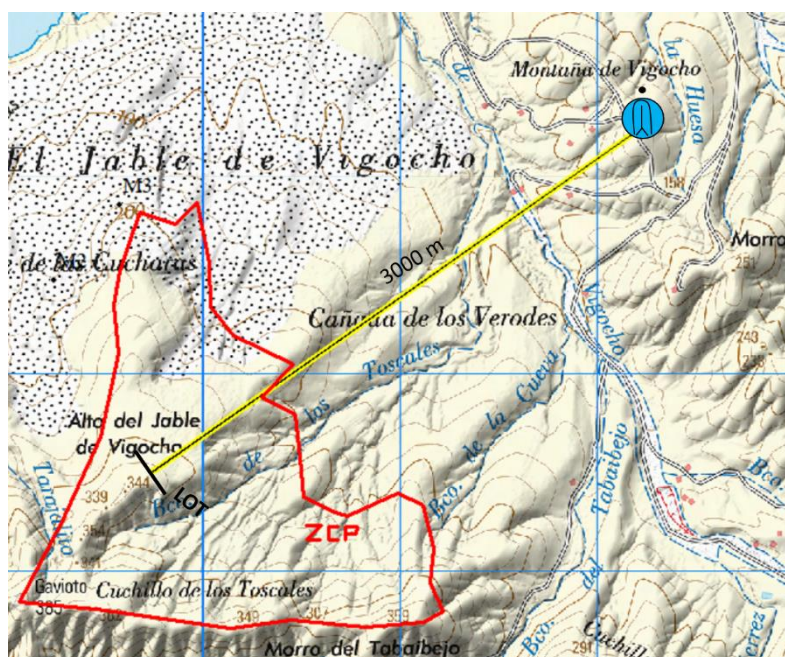


Ilustración 14. Croquis Línea de Tiro. Fuente: Elaboración Propia

En el croquis anterior se muestra el PT de Spike simbolizado por la figura azul, la línea en amarillo que une dicho PT y la línea de objetivos. Esta línea tiene una longitud de 3000 m aproximadamente cumpliendo de esta forma la normativa de distancias de uso del sistema de armas. El punto de caída del misil se encuentra dentro de la Zona de Caída de Proyectiles (ZCP) según como marca la norma.



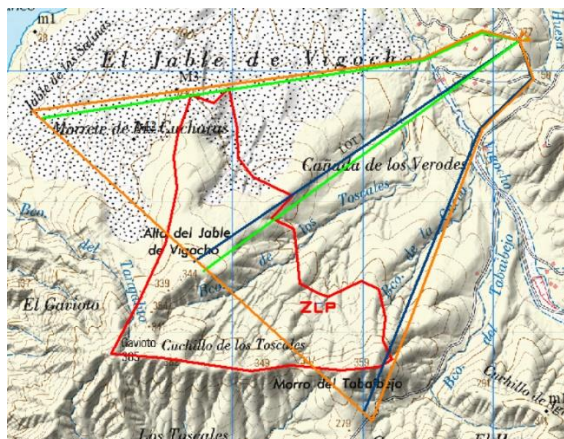


Ilustración 16. Zona Peligrosa Lejana. Fuente: Elaboración Propia.

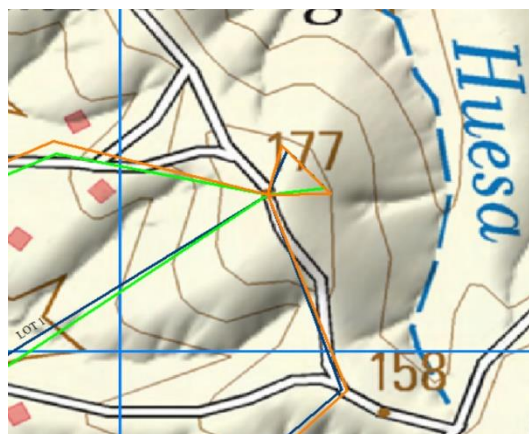


Ilustración 15. Zona Peligrosa Cercana. Fuente: Elaboración Propia.

Las imágenes anteriores muestran las zonas peligrosas cercanas y lejanas para el PT dado y la línea de objetivos planteado. La línea azul simboliza la LOT1 para el caso de que el blanco se encuentre en su extremo izquierdo tomando de referencia el norte de la cuadrícula. La línea verde simboliza la LOT 2 para el caso de que el blanco se encuentre en su extremo derecho tomando de referencia el norte de la cuadrícula. Por tanto, como se trata de un blanco en movimiento, para hallar la zona peligrosa cercana y lejana total se deben superponer ambas áreas para cada LOT propuesta, dicha área está marcada con una línea naranja. Esto quiere decir que para el tiro con Spike, no puede haber nadie dentro del perímetro naranja.

En cuanto al apoyo sanitario, a pesar de que por normativa se exige como mínimo el Soporte Vital Básico, a día de hoy se tiene que efectuar el tiro con fuego real, tras los ensayos pertinentes, con la presencia de un Soporte Vital Avanzado (SVA) el cual implica un médico, un enfermero y dos FSET 3<sup>18</sup>.

En caso de evacuación, estos se deben de hacer en menos de 1 hora hasta los centros de salud más cercanos:

Hospital General de Fuerteventura. Distancia 50 km, tiempo estimado de 56'.

Centro de Salud de Gran Tarajal. Distancia 29,5 km, tiempo estimado de 34'.

<sup>18</sup> Formación Sanitaria de Tropa 3, se trata de un curso de sanidad en combate.



## Capítulo 5. Gestión de las Adquisiciones

En este apartado realizaremos un estudio de los recursos necesarios para la consecución del proyecto en la que nos fundamentaremos a la hora de elegir fabricantes.

### 5.1. Planificación de las adquisiciones

Tras un análisis “make or buy” hemos tomado la decisión de adquirir el material necesario para el proyecto directamente a una empresa proveedora ya que la tecnología ya está desarrollada y normalizada, por lo que es más barato y menos costoso en tiempo, ya que incurriríamos en costes de licencias, certificados y otros gastos.

A continuación, se expone una tabla en la que se clasifica los ítems a adquirir en función del riesgo de aprovisionamiento y el volumen de adquisición:

BAJO	RIESGO DE DISTRIBUCIÓN	ALTO	
<u>RECURSOS MÚLTIPLES</u> RAÍLES Y VAGONETA EQUIPO DE SOLDADURA Y CORTE HORMIGÓN ARMADO	<u>RECURSOS ESTRATÉGICOS</u> TRANSMISOR-RECEPTOR	ALTO VOLUMEN DE ADQUISICIÓN	
<u>RECURSOS ESTÁNDAR</u> GANCHO CORDINO RUEDAS POLEAS	<u>RECURSOS CRÍTICOS</u> CONTROL REMOTO MOTOR	BAJO	

Tabla 3. Matriz de Proveedores. Fuente: Elaboración Propia

La tabla 3 representa una distribución de los elementos necesarios para desarrollar el proyecto. Como podemos ver, los distintos elementos se han clasificado en 4 bloques en función del riesgo de distribución, entendido como la dificultad que tiene el proveedor de dotarnos de ese material en tiempo y lugar adecuados, y el volumen de adquisición que mide el coste del material por unidad. Por tanto, hemos clasificado los materiales de la siguiente manera: El transmisor-receptor al ser un elemento indispensable para el sistema de blancos móviles y además ser el material más caro en cuanto fabricación y disponibilidad, lo hemos designado como recurso estratégico. Por otro lado, el control remoto y el motor están considerados como recursos críticos ya que son elementos difíciles de reemplazar en caso de que haya algún fallo o no funcionen como es debido, sin embargo, el coste de cada uno es bastante más bajo que el del transmisor receptor. Los raíles y la estructura de la vagoneta, así como el equipo de soldadura se consideran equipo que se puede comprar con facilidad en cualquier ferretería, sin embargo, debido a la cantidad de material a adquirir en el caso de los raíles y el propio precio del equipo de soldadura se han clasificado como recursos múltiples. Por lo que respecta al hormigón, se considera un material fácilmente adquirible, no obstante, debido a la magnitud del

trabajo a realizar, se estima un valor alto para la compra de este. Por último, el cordino, así como las ruedas las poleas y los ganchos son componentes del sistema fácilmente adquiribles y además el precio suele ser bajo es por ello por lo que se han clasificado como recursos estándar.

## 5.2. Efectuar las Adquisiciones

Tras un estudio de los proveedores que satisfacen nuestras demandas de adquisiciones, hemos realizado una preselección de potenciales proveedores:

Proveedor del hormigón armado	Proveedor del motor, control remoto y receptor transmisor	Proveedor de trabajos de aluminio	Proveedor de poleas, Ruedas y cable de acero
Ferretería Saavedra	Comercial naval canaria	Aluminios TecFuer	Ferretería Saavedra
Canaryconcrete	CECA Canarias	Aluminios Araya	Ferretería Fuerteventura
Cororasa	Betecnolesma Canarias S.L	Aluminios Fuerteventura	Ferretería La Hondura
CEISA			

Tabla 4. Potenciales Proveedores. Fuente: Elaboración Propia.

Llegados a este punto vamos a realizar una valoración<sup>19</sup> mediante un diagrama de barras de las empresas elegidas, para ello hemos definido los siguientes factores de estudio como criterios de valoración para la compra de dichos materiales:

1. Ventas: La cantidad en euros vendida a lo largo de 2019 (descartamos 2020 debido a la situación sanitaria y los problemas que ha conllevado) nos da una idea de la estabilidad económica de la empresa.
2. Experiencia: El tiempo en el sector supone una ventaja a la hora de decidir quién será el proveedor adecuado.
3. Localización: La localización del proveedor es crucial a la hora de reducir costes del pedido, así como el tiempo de espera hasta que llegue el producto. Por otro lado, también ayuda a reducir las probabilidades de deterioro de los materiales al estar menos tiempo en tránsito.
4. Servicios: Que el proveedor tenga la capacidad de ofrecer toda clase de servicios post venta como por ejemplo reparación in situ o actualización del software que controla al motor, aporta gran flexibilidad y adaptación al mantenimiento del proyecto.

A la vista de los resultados del Anexo C, hemos llegado a la conclusión de que las empresas más aptas para el suministro son las siguientes:

Para el suministro de Hormigón Armado la empresa escogida es Cororasa con una puntuación promedio de 2,25.

<sup>19</sup> Los datos extraídos para valorar a las distintas empresas han sido extraídos de las webs elEconomista.es y einforma.com así como información aportada de las propias empresas mediante correo electrónico.

Para el suministro de motores eléctricos la empresa escogida es Comercial Naval Canaria con una puntuación promedio de 1,75.

Para el suministro del transmisor receptor la empresa escogida es Comercial Naval Canaria con una puntuación promedio de 1,75.

Para el suministro de control remoto la empresa escogida es Comercial Naval Canaria con una puntuación promedio de 1,75.

Para el suministro de las ruedas, poleas y cordino la empresa escogida es Ferretería Saavedra con un promedio de 2.

Para el suministro de los trabajos de aluminio la empresa escogida es Aluminios Fuerteventura con un promedio de 1,75. En este caso, a pesar de que las tres empresas tienen el mismo valor promedio, se ha elegido Aluminios Fuerteventura por ofrecernos el mismo trabajo a menor coste.

## **Capítulo 6. Líneas Futuras**

Como línea de acción futura para tener en cuenta, cabe destacar la posibilidad de realizar un estudio sobre la adaptación de dicho sistema de blancos móviles de manera que permita ejercicios de tiro para fusil, armas cortas y AMM y/o AML proporcionando de esta manera mayor realismo a la instrucción de nuestros soldados. Para ello sería necesario remodelar la forma del blanco de tal manera que tenga solo unos 1,75 m de alto y 40 cm de ancho para simular la figura humana.

El sistema propuesto admite solo ejercicios de tiro con Spike en el que el blanco es el único cuerpo en movimiento, con esto quiero decir que sería una gran apuesta llevar a cabo una readaptación para permitir configurar ejercicios en los que el soldado pueda moverse de abrigo en abrigo buscando acercarse al objetivo mediante el fuego y movimiento hasta llegar al asalto. Sería algo parecido a lo que se hace hoy en día, el avance hasta una posición defensiva en la que los blancos están inmóviles y que el combatiente trata de alcanzar mediante el fuego, pero con la salvedad de que, con la remodelación, los blancos se podrían mover por dentro de la POSDEF. Otra de las líneas futuras en las que se podría trabajar consiste en remodelar la casa de goma del ACTO Teniente Coronel Valenzuela para llevar a cabo instrucción en limpieza de edificaciones usando blancos móviles.

## Capítulo 7. Conclusiones

Tras la consecución del presente trabajo se ha llegado a la conclusión de que la propuesta de implantación del sistema de blancos móviles para tiro con Spike sería una apuesta segura a la hora de mejorar la capacidad del combatiente a la hora de batir blancos en movimientos, concretamente de blancos acorazados.

Visto que el número de empresas proveedoras de los distintos materiales es bastante extensa y tras un estudio de las distintas candidatas, se ha fallado en que la elección más adecuada para adquirir los materiales es Ferretería Saavedra, Aluminios Fuerteventura, Cororasa y Comercial Naval Canaria.

Tras realizar las encuestas al personal de DCC y CUMAS del RI 9 quedó clara la necesidad de implantar dicho sistema en el CMT de Pájara, así mismo también se sacó en claro que sería una buena idea remodelar dicho sistema para poder hacer tiro con otro tipo de armamento como fusilería, AMM/AML o pistola.

Por otro lado, cabe mencionar el llamado estrés del combate y la memoria muscular. El primero hace referencia a las sensaciones, pensamientos y preocupaciones que padece el combatiente cuando se enfrenta a un objetivo. Por experiencia propia cuando realizamos ejercicios de fuego real, tenemos la certeza de que el blanco no se moverá y, por tanto, la probabilidad de impacto es muy alta lo que implica que no estemos nerviosos o “ansiosos” por dar en el blanco. El segundo término hace referencia a la capacidad del combatiente de realizar un mismo movimiento o acción en contadas ocasiones. Durante el tiro siempre realizamos los mismos movimientos antes de accionar el disparador, sabemos dónde está el blanco y en qué momento hacer fuego. Sin embargo, cuando nos enfrentamos a un objetivo dinámico, ambos conceptos cambian. Por una parte, el estrés de combate aumenta debido a la presión que sufre el soldado por acertar en un blanco que ya no está inmóvil, sino que se mueve lo que implica que ya no sabe dónde estará el enemigo después de hacer un cambio de cargador o después de comprobar donde están sus compañeros. El segundo concepto varía a su vez ya que el hecho de que el blanco se encuentre en movimiento hace que nos tengamos que mover nosotros también, rotar sobre nosotros mismo, dar un paso adelante o hacia atrás, no es tan solo “apretar el gatillo”.

Por último, este trabajo no solo ha puesto sobre la mesa las deficiencias del actual sistema de instrucción de tiro sobre blancos móviles, sino que también ha destacado la necesidad de instruir a nuestros soldados en lo que al aspecto psicológico se refiere, obviamente no se puede reproducir las condiciones reales del combate especialmente el temor por caer en combate o por ver caer a un compañero, pero sí que, con propuestas como esta, estamos cada día un paso más cerca.

## Bibliografía

- ALMEXA. (septiembre de 2020). *www.almexa.com*. Obtenido de <http://www.almexa.com.mx/noticias-del-aluminio/beneficios-del-aluminio/>
- CÁMARA, O. D. (septiembre de 2020). *www.defensa.com*. Obtenido de <https://www.defensa.com/reportajes/espana-sistema-contracarro-spike>
- CANARIA, C. N. (Septiembre de 2020). *comercialnavalcanaria.com*. Obtenido de <https://comercialnavalcanaria.com/producto/motores-con-freno/>
- DEFENSA, M. D. (Septiembre de 2020). *www.ejercito.defensa.gob.es*. Obtenido de [https://ejercito.defensa.gob.es/materiales/armamento\\_ligero/MILAN-2K-2T.html](https://ejercito.defensa.gob.es/materiales/armamento_ligero/MILAN-2K-2T.html)
- DIGITAL, E. C. (19 de Junio de 2014). El Ejército adquiere sistemas de blancos móviles para entrenar la puntería de los militares. *El Confidencial Digital*.
- ENSINGER. (septiembre de 2020). *www.ensingerplastics.com*. Obtenido de <https://www.ensingerplastics.com/es-es/semielaborados/plasticos-de-ingenieria/poliamida-pa>
- FERNÁNDEZ, D. D. (2006). *CUERDAS, CINTAS Y CORDINOS (PARA ACTIVIDADES VERTICALES)*.
- FREEMAN. (Octubre de 2020). *FREEMAN*. Obtenido de <https://freeman.la/certificaciones-de-equipo-de-escalada-entendiendo-que-significan/>
- GOODFELLOW. (septiembre de 2020). *www.goodfellow.com*. Obtenido de <http://www.goodfellow.com/S/Poliamida-Nilon-6-6.html>
- INFODEFENSA. (08 de septiembre de 2020). *infodefensa*. Obtenido de <https://www.infodefensa.com/es/2020/09/08/noticia-video-conozca-todos-detalles-programa-dragon.html>
- ISOTOOLS. (12 de Julio de 2019). *www.isotools.org*. Obtenido de <https://www.isotools.org/2019/07/12/matriz-amfe-o-analisis-modal-de-fallos-y-efectos/>
- MADOC. (2014). *Normas de uso del CMT de interés general "Pájara"*. Granada.
- MADOC. (2015). *MT4-901 Sistema Spike LR DUAL (2ª Ed.) Manual de operador*. Granada.
- MATÍAS, F. (10 de septiembre de 2019). *Analizando Conflictos*. Obtenido de <http://analizandoconflictos.com/el-blindaje-reactivo-su-funcionamiento-y-tipos/>
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, C. y. (Septiembre de 2020). *dafo.ipyme*. Obtenido de <https://dafo.ipyme.org/Home>
- RMAT, P. (2018-2019). *Elementos Cargados Axialmente*.
- S&P. (Diciembre de 2019). *www.solerpalau.com*. Obtenido de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/motor-monofasico/>
- UNE. (27 de 05 de 2015). *UNE*. Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0054950>

## **Anexos**

### **Anexo A. Encuestas a expertos DCC y CUMAS**

Esta encuesta está destinada a aquél personal que se dedica exclusivamente al manejo de armamento de defensa contra carro, concretamente del sistema Spike con el objetivo de recoger sus opiniones sobre el actual sistema de blancos fijos y un futuro sistema de blancos móviles. Es totalmente voluntaria y los datos recopilados serán empleados anónimamente.

El objetivo del siguiente trabajo se centra en analizar la necesidad que tiene el Regimiento Soria 9 de dotarse de un sistema de blancos móviles que permita ejecutar el fuego con Spike sobre objetivos en movimiento aparte de hacerse también en estático. También debe permitir realizar el tiro tanto en condiciones diurnas como nocturnas. Dicho sistema debe permitir el movimiento de un carro de combate simbolizado por un objetivo de 6 m de largo y 3 m de alto moviéndose a una velocidad de entre 30 y 50 km/h a lo largo de unos railes de 100 m de largo.

#### **Ficha técnica**

Nombre y apellidos:

Empleo:

Destino:

Años sirviendo en Uds. DCC:

Cursos relativos a DCC:

#### **Encuesta tipo**

1. Cite las ventajas y desventajas que usted considere del sistema actual de blancos fijos.
2. Cite las ventajas e inconvenientes en el caso de que se implantara un sistema de blancos móviles.
3. ¿Cree usted que es óptimo el uso que se le da actualmente al Spike teniendo en cuenta sus capacidades?
4. ¿Cree que mejoraría las capacidades en el combate de la DCC?
5. ¿Considera que merece la pena invertir parte del presupuesto del Regimiento Soria 9 en adquirir los materiales necesarios para instalar un sistema de blancos móviles?
6. Si pudiera elegir qué tipo de ejercicios se podrían llevar a cabo con el sistema de blancos móviles, ¿cuáles serían?
7. Comentario libre.

### **Selección de respuestas**

1. Cite las ventajas y desventajas que usted considere del sistema actual de blancos fijos.

Cabo: Las pocas ventajas que podemos decir del sistema actual es básicamente que la tropa ya está acostumbrada a este tipo de instrucción y no necesitan invertir tiempo en aprender otros métodos, sin embargo, el sistema actual se está quedando bastante anticuado y a veces repetitivo.

2. Cite las ventajas e inconvenientes en el caso de que se implantara un sistema de blancos móviles.

Cabo 1º: Como ventajas Tiene el poder realizar ejercicios que ahora solo son posibles con el simulador IDT. Desventajas el gran mantenimiento que ese dispositivo conlleva.

Soldado: La ventaja principal sería una gran mejora tanto de la instrucción sin fuego real como de la de fuego real, el gran inconveniente que veo es la lejanía del CMT de Pájara y el mantenimiento de dicho sistema.

3. ¿Cree usted que es óptimo el uso que se le da actualmente al Spike teniendo en cuenta sus capacidades?

Cabo 1º: El óptimo no. El justo para poder usarlo si (hablando en exclusiva del sistema de guerra). Ya que los simuladores ODT, IDT y MT se les saca todo el partido posible.

Soldado: Negativo, debido a que la mayoría de los ejercicios de entidad compañía en los que he participado se centra más en simples saltos de posición y vigilancia de sector, olvidando el poder de gran capacidad de reconocimiento debido de la visión térmica del sistema Spike

4. ¿Cree que mejoraría las capacidades en el combate de la DCC?

Soldado: Claramente si, siempre una instrucción con unos buenos medios de simulación crean una mejor instrucción y realismo en los ejercicios.

5. ¿Considera que merece la pena invertir parte del presupuesto del Regimiento Soria 9 en adquirir los materiales necesarios para instalar un sistema de blancos móviles?

Soldado: Por supuesto, toda simulación real es buena y conveniente para poder tener bien adiestrados a los equipos de Spike del RI 9.

6. Si pudiera elegir qué tipo de ejercicios se podrían llevar a cabo con el sistema de blancos móviles, ¿cuáles serían?

Soldado: Sería conveniente que dicho sistema pudiera abarcar diferentes posibilidades como la de cambio de objetivos, objetivos ocultos o contramedidas de los carros.

7. Comentario libre.

Soldado: Como se ha podido observar en conflictos recientes como el de Armenia y Azerbaiyán, unos buenos y entrenados sistemas DCC merman las capacidades del enemigo y por lo tanto es una gran ventaja tanto para nuestros medios aéreos, de carros o para el avance de la gloriosa infantería.



## Anexo B. AMFE sistema

AMFE - Análisis Modal de Fallos y Efectos											Fecha Realización:02/10/2020			
Proceso:Funcionamiento sistema de blancos móviles			Tipo de AMFE	x Sistema		Diseño		Proceso						
Equipo realización: José Miguel Vera Granado														
Estado actual														
Nr.	Pieza / proceso	Modo de fallo	Efecto del fallo	Gravedad (G)	Causa del fallo	Ocurrencia (O)	Detección	Detección (D)	NPR	Medidas sugeridas	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
1	Comunicación entre control remoto y motor	Configuración anómala del software de lectura	El motor no reproduce las órdenes transmitidas	8	Fallo software de lectura	2	Comprobación visual (Los blancos no se mueven según lo previsto)	2	16	Comprobación del software de control y ensayos antes del ejercicio	8	1	1	8
2	Transmisión del movimiento	Mala transmisión del movimiento	El cable presenta deshilachado o rotura completa	5	El cableado no reúne las características requeridas/ se supera el peso permitido	4	Comprobación visual (Los blancos no se mueven según lo previsto)	2	20	Mantenimiento preventivo	5	2	1	10
3	Seguridad elementos críticos	Pocos elemntos de protección	Desperfectos sobre los elementos del sistema	10	Mala planificación de los elementos de seguridad	2	Comprnación visual (funcionamiento anómalo del sistema, humo del motor o ruidos extraños)	1	20	Ensayos de seguridad	10	1	1	10

GRAVEDAD DEL EFECTO(G)	CRITERIO	VALOR
MUY BAJA	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema.	1
BAJA	El tipo de fallo origina un ligero inconveniente al usuario o cliente.	2-3
MODERADA	El fallo origina cierto disgusto e insatisfacción al cliente	4-6
ALTA	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema.	7-8
MUY ALTA	Modalidad de fallo potencial crítico que afecta al funcionamiento de seguridad del sistema	9-10

PROBABILIDAD DE APARICION(O)	CRITERIO	VALOR
MUY BAJA	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado	1
BAJA	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos	2-3
MODERADA	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual	4-6
ALTA	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o procesos previos que han fallado	7-8
MUY ALTA	Fallo casi inevitable	9-10

PROBABILIDAD DE DETECCION(D)	CRITERIO	VALOR
MUY ALTA	El defecto es obvio. Resulta improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
ALTA	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori	2-3
MODERADA	El defecto es detectable y posiblemente se detecte en los últimos momentos del proyecto	4-6
BAJA	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
MUY BAJA	El defecto no puede detectarse	9-10

## **Anexo C. Información y valoración de los proveedores<sup>20</sup>**

### **Saavedra Brito Sociedad Limitada**

La empresa Ferretería Saavedra S.L.<sup>21</sup> se dedica al comercio al por menor de artículos de menaje, ferretería, adorno, regalo o reclamo (incluyendo bisutería y pequeños electrodomésticos) y se encuentra ubicada en Puerto del Rosario, Fuerteventura. Tiene una experiencia de más de 40 años y amansa unas ganancias de entre 6 y 30 millones de euros.

### **Comercial Naval Canaria**

La empresa Comercial Naval Canaria S.L se dedica a la compraventa de productos derivados de la pesca y suministro de maquinaria y repuestos tanto mecánicos como eléctricos para barcos. Tiene una experiencia de 34 años y tiene unas ganancias de entre 0,6 y 1,5 millones de euros.

### **Aluminios Fuerteventura S.L**

La empresa Aluminios Fuerteventura se dedica a la realización y montaje de toda clase de trabajos de carpintería de aluminios. Tiene una experiencia de más de 23 años y unas ganancias anuales menores de 300 mil euros.

### **Cororasa**

La empresa Cororasa S. A<sup>22</sup> se dedica a la construcción de autopistas, carreteras, campos de aterrizaje, vías férreas y centros deportivos, así como a su mantenimiento, tiene una experiencia en el sector de 35 años y genera unas ganancias de entre 6 y 30 millones de euros.

<b>Proveedor del Motor Eléctrico, Variador de Frecuencia y Control Remoto</b>					
Empresa	Ventas	Experiencia	Situación	Servicios	Promedio
Comercial Naval Canaria	2	3	1	1	1,75
CECA Canarias	1	3	1	1	1,5
Betecnolesma Canarias S.L	1	3	1	1	1,5

Tabla 5. Proveedor de Motor Eléctrico, Variador de Frecuencia y Control Remoto. Fuente: Elaboración Propia.

<sup>20</sup> Toda la información de los proveedores ha sido extraída de la página web elEconomista.es así como de la propia información transmitida por cada empresa.

<sup>21</sup> La sociedad limitada es el tipo de sociedad mercantil más extendido en España, siendo muy utilizada por pequeños empresarios autónomos que de esta forma limitan su responsabilidad al capital aportado, evitando responder con su patrimonio personal ante las deudas de sus negocios.

<sup>22</sup> Una sociedad anónima es un tipo de sociedad mercantil en el que la responsabilidad de los socios se limita al capital que han aportado. Los participantes en este tipo de sociedad mercantil poseen acciones que pueden vender libremente en los mercados.

Proveedor de Hormigón Armado					
Empresa	Ventas	Experiencia	Situación	Servicios	Promedio
Ferretería Saavedra	3	3	2	0	2
Canaryconcrete	1	3	2	0	1,5
CEISA	3	3	2	0	2
Cororasa	3	3	2	1	2,25

Tabla 6.Proveedor de Hormigón Armado. Fuente: Elaboración Propia.

Proveedor del Aluminio					
Empresa	Ventas	Experiencia	Situación	Servicios	Promedio
Aluminios Fuerteventura	1	3	2	1	1,75
Aluminios Araya	2	2	2	1	1,75
Aluminios Tecfuer	1	3	2	1	1,75

Tabla 7.Proveedor del Aluminio. Fuente: Elaboración Propia.

Proveedor de Ruedas, Poleas , Cordino y Ganchos					
Empresa	Ventas	Experiencia	Situación	Servicios	Promedio
Ferretería Saavedra	3	3	2	0	2
Ferretería Fuerteventura	1	3	2	0	1,5
Ferretería la Hondura	2	3	2	0	1,75

Tabla 8.Proveedor de Ruedas, Poleas y Cordino. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla de puntuaciones				
		X<1M	1M<X<5M	5M<X
Euros	Ventas	1	2	3
		X<5	5<X<10	10<X
Años	Experiencia	1	2	3
		FTV	NO FTV	
Isla	Situación	2	1	
		SI	NO	
Especificados	Servicios	1	0	

Tabla 9.Tabla de Puntuaciones. Fuente: Elaboración Propia.

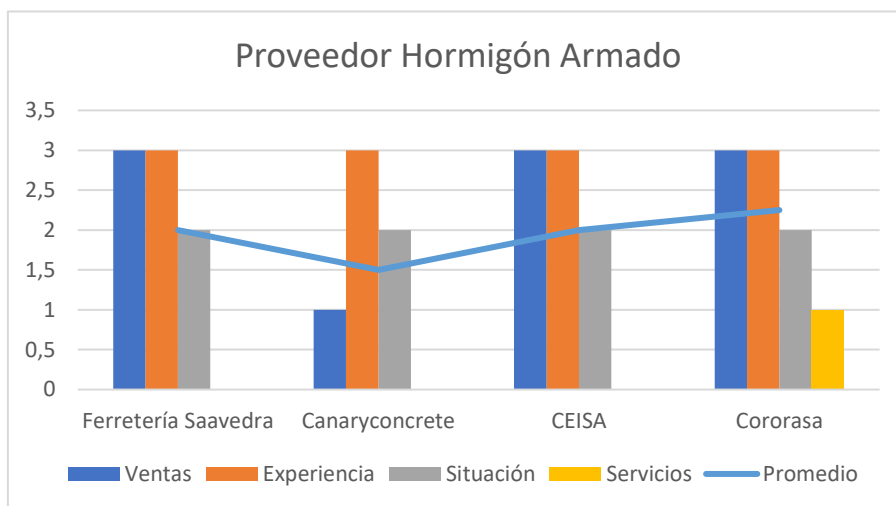


Tabla 10. Gráfica Valoración Proveedor del Trabajo de Hormigón Armado. Fuente: Elaboración Propia.

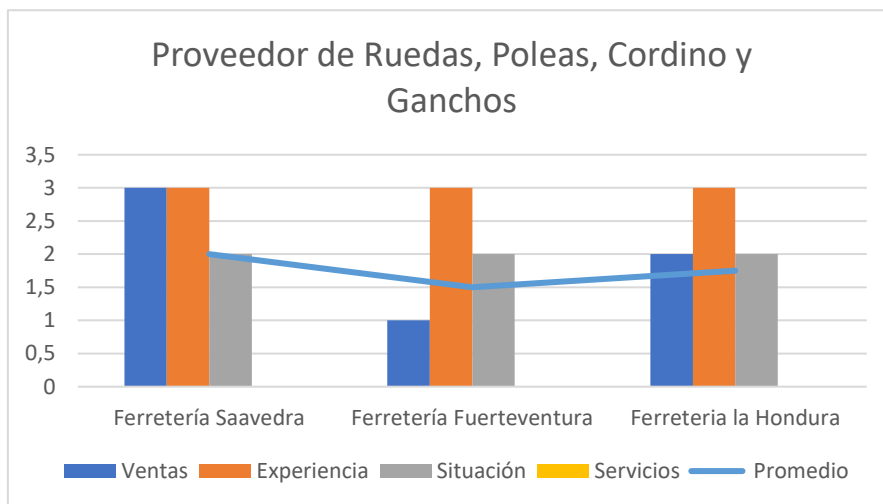


Tabla 11. Gráfica Valoración del Proveedor de Ruedas, Poleas, Cordino y Ganchos. Fuente: Elaboración Propia.

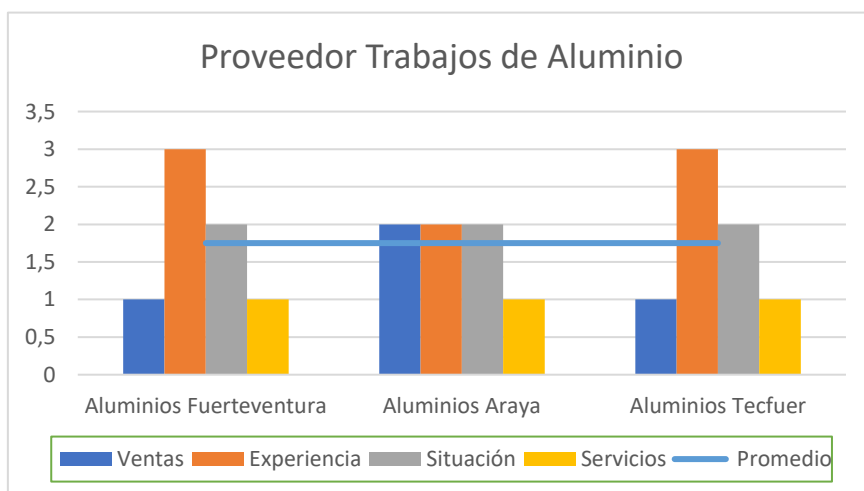


Tabla 12. Gráfica Valoración del Proveedor de Trabajos de Aluminio. Fuente: Elaboración Propia.

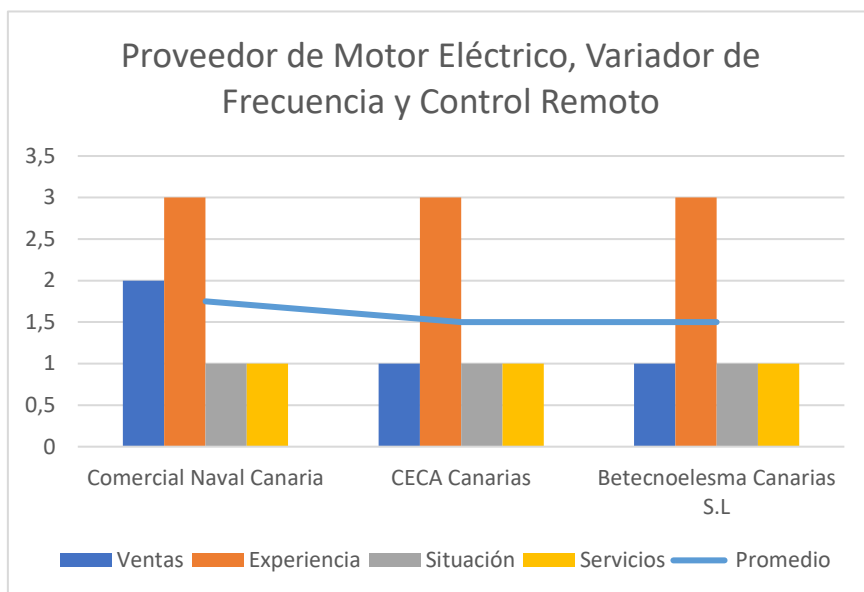


Tabla 13. Gráfica Valoración del Proveedor de Motor Eléctrico, Variador de Frecuencia y Control Remoto. Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 9 se puede ver con qué criterios se han puntuado a las distintas empresas. En primer lugar, las ventas se han puntuado de uno a tres en función de los últimos ingresos registrados; para menos de un millón de euros se asigna un uno, entre un millón y 5 millones se asigna un dos y a partir de cinco millones un 3.

Por otro lado, la experiencia se ha puntuado de uno a tres en función de los años de experiencia; para menos de cinco años se asigna un uno, entre cinco y diez años se asigna un dos y a partir de diez años se asigna un tres.

En tercer lugar, tenemos la situación, si se encuentra en la isla (Fuerteventura) se le asigna con un dos y si no se encuentra en la isla, se le asigna un uno.

Por último, los servicios se valoran de la siguiente manera; si cumplen con los especificados en el punto 5.2 se le asigna un uno, si no es así se le asigna un cero.

### Anexo D. Pruebas de la fase de investigación

Durante esta fase se montó un prototipo de blanco móvil con el objeto de estudiar cuales eran los mejores materiales y diseños para implementar el sistema real. Uno de los principales problemas era el desnivel del terreno, éste hacía que en las pequeñas subidas el blanco frenase y en las bajadas acelerase, dicho problema fue soslayado con el uso de tablones de madera, una solución rudimentaria. Otro de los problemas era el control del blanco. El motor no podía ser controlado mediante ningún tipo de mando control, esto hacía que no pudiéramos controlar ni la potencia ni cambiar el sentido de la marcha a voluntad, es decir, cuando el blanco llegaba al final del recorrido teníamos que cambiar manualmente el sentido de la marcha. Otro de los problemas que daba el prototipo era que al tener los raíles forma de “U” el blanco solía salirse del mismo. Por último, al ser el sistema de blancos móviles para Spike, no podíamos utilizar un blanco y una vagoneta tan pequeños por lo que hubo que realizar nuevos diseños y además debíamos utilizar medidas de seguridad más contundentes para proteger a todos los elementos. A continuación, se mostrarán una serie de imágenes del prototipo:



Ilustración 17. Sistema Blancos Móviles. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 18. Poleas y otros materiales. Fuente: Elaboración propia.





Ilustración 19. Motor. Fuente: Elaboración Propia.



Leyenda

- 1. Raíles
- 2. Tablones Madera
- 3. Cordino
- 4. Soporte Blancos
- 5. Material Trabajo
- 6. Motor

Ilustración 20. Materiales Sistema de Blancos Móviles. Fuente: Elaboración Propia.



### Anexo E. Trabajos de Aluminio

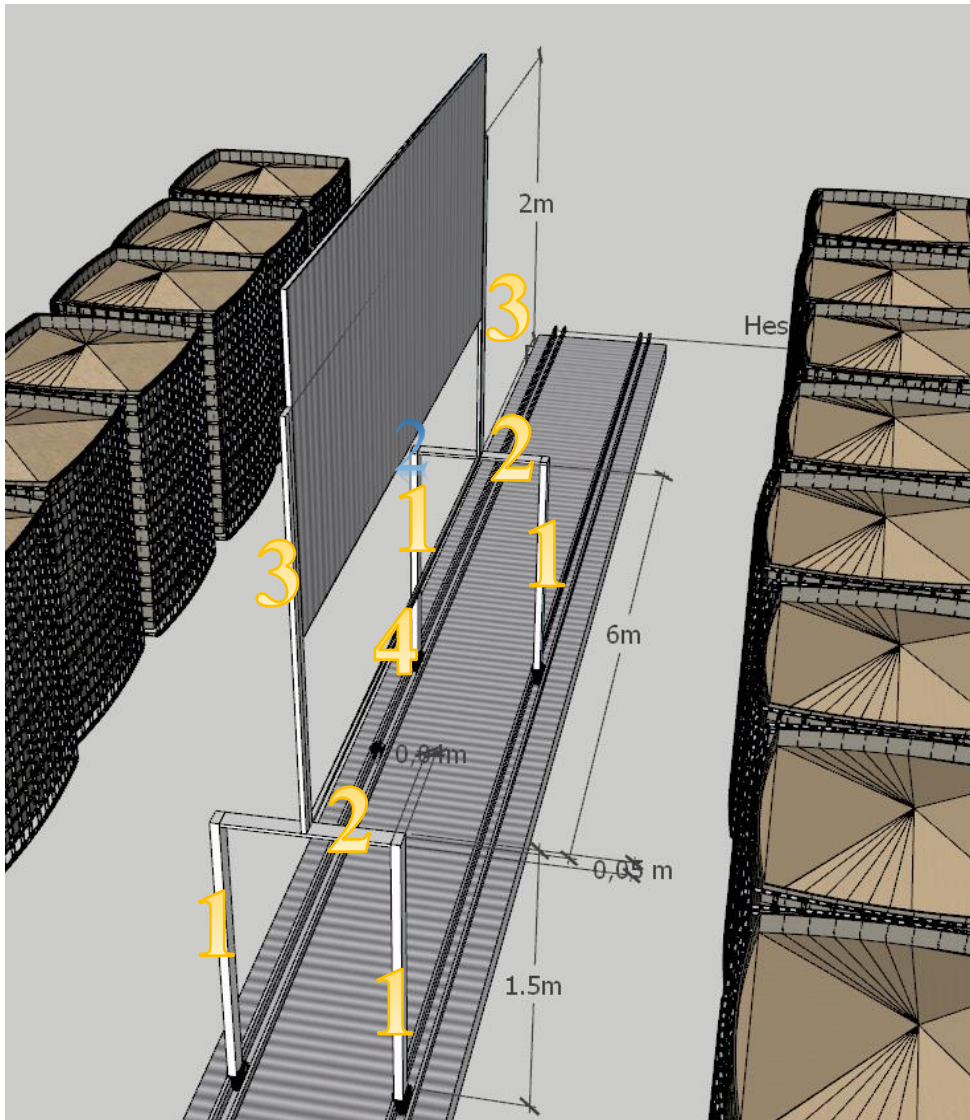


Ilustración 21. Vagoneta. Fuente: Elaborado con Sketch up.

La vagoneta estará formada por 4 grupos de piezas y cada uno de esos grupos tendrá una serie de piezas que se nombran a continuación:

1. El grupo 1 estará formado por cuatro piezas en forma de barra rectangular con unas medidas de 1,5 m de largo, 5 cm de ancho y 4 cm de grosor.
2. El grupo 2 estará formado por dos piezas en forma de barra rectangular con unas medidas de 0,46 cm de largo, 5 cm de ancho y 4 cm de grosor.
3. El grupo 3 estará formado por dos piezas en forma de barra rectangular con unas medidas de 2 m de largo, 5 cm de ancho y 4 cm de grosor.
4. El grupo 4 estará formado por una pieza en forma de barra rectangular con 6 m de largo, 4 cm de ancho y 4 cm de grosor.

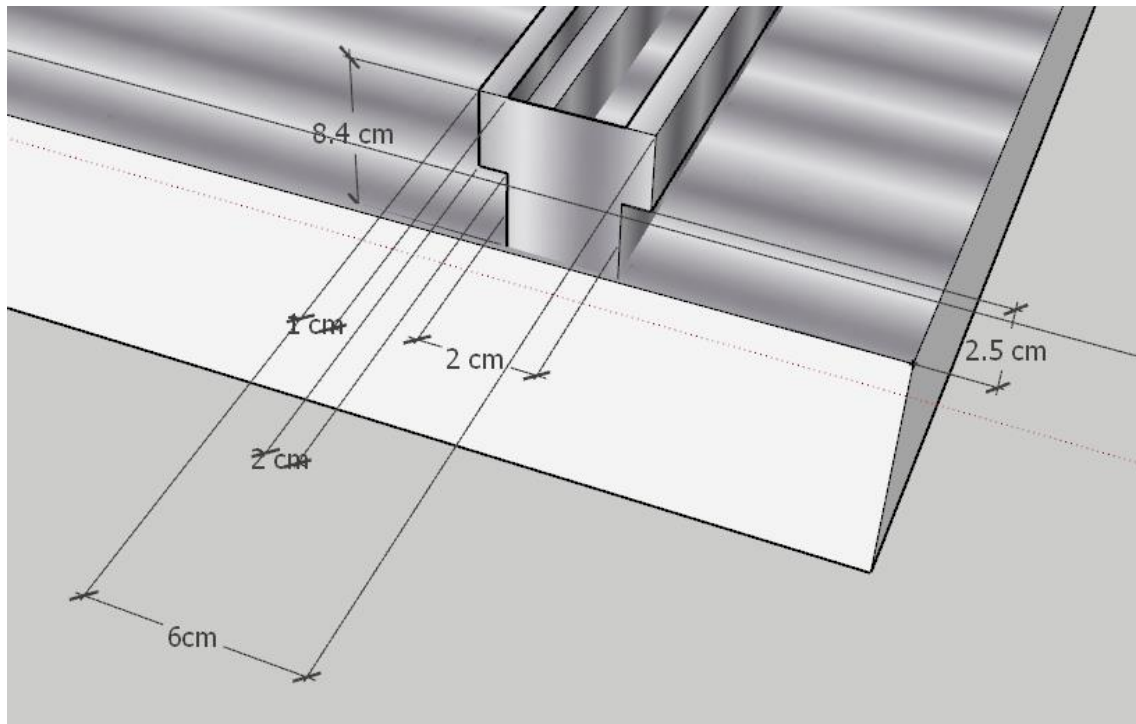


Ilustración 22. Raíles. Fuente: Elaborado con Sketch up.

Los raíles tendrán las medidas que se muestran en la ilustración 22, éstos tendrán forma de T debido a la forma de las ruedas que circulan guiadas por el interior de los raíles. Como ya se ha mencionado anteriormente, los dos raíles tendrán una longitud de 100 m cada uno y estarán separados entre sí por una distancia de 50 cm desde el centro de estos.