



# Trabajo Fin de Grado

## ESTUDIO PARA LA ADAPTACIÓN DE UN CAMPO DE TIRO ESTÁNDAR A UNO MULTIPROPÓSITO

Autor

Jaime Salcedo Gómez

Directores

Marcos Pueo Arteta  
Álvaro Arcos Sánchez-Toscano

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2016



*A mi familia con mucho amor y cariño le dedico todo mi esfuerzo puesto para la realización de este Trabajo.*

*Quiero agradecer la realización del Trabajo de Fin de Grado en primer lugar a la Brigada mecanizada "GUADARRAMA" XII y en especial a todos los componentes del Batallón de Zapadores, por poner todos sus medios a mi disposición para haber podido realizar mis PEXT y el TFG en la unidad. Seguramente volveremos a vernos pronto.*

*Del mismo modo quiero agradecer a mi tutor académico, D. Marcos Pueo Arteta, la ayuda que me ha prestado.*

*También quiero recordar a mi otra familia legendaria por su apoyo en los buenos y los malos momentos. Sé que siempre estáis y estaréis para mí.*

*Por último, agradecer a toda la LXX y LXXI promoción el haberos conocido.*

*Gracias a todos.*

## RESUMEN

La necesidad de la Brigada Acorazada Guadarrama XII "El Goloso" demandando la elaboración de un campo de tiro que integre todas las modalidades y ejercicios de tiro, unido a la situación actual del Ejército de Tierra, que define los campos de maniobra y tiro como espacios que permiten un apoyo muy limitado a la instrucción y adiestramiento de las unidades usuarias ha significado el estudio de la posibilidad de un campo de tiro multipropósito a partir de un campo de tiro estándar. El presente proyecto consiste en el estudio y análisis de la viabilidad y rentabilidad de un campo de tiro que permita la instrucción y el adiestramiento de los componentes del Ejército de Tierra para cumplimentar el plan anual en el ejercicio del tiro. De esta forma, se ejercita al personal en el uso del armamento y sistemas de armas dimensionando y acondicionando un campo de tiro estándar con el fin de unificar un espacio que albergue todos los tipos de instalaciones necesarias.

## ABSTRACT

The need of Armoured's Brigade Guadarrama XII "El Goloso" demanding the development of a multipurpose shooting range that integrates, coupled with the current situation of the Army, which defines maneuver fields as spaces which allow very limited support and training of users. It has meant the study of the possibility of a multipurpose shooting range from a standard shooting range. This project is the study and analysis of the feasibility and profitability of a shooting range that allows instruction and training component of the Army to complete the annual plan in the exercise of shooting. So enable staff in the use of weapons and weapon systems that need to use in the same range, sizing and conditioning standard one in order to unify all kinds of facilities.

# CONTENIDO

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN .....                                                        | 1  |
| 1.1. Objetivos .....                                                         | 1  |
| 1.2. Contexto.....                                                           | 1  |
| 1.3. Metodología.....                                                        | 2  |
| 1.4. Ámbito de aplicación .....                                              | 2  |
| 2. ANÁLISIS TÉCNICO.....                                                     | 3  |
| 2.1. Clasificación del campo de tiro .....                                   | 3  |
| 2.2. Dimensionamiento. Instalaciones tipo .....                              | 3  |
| 2.3. Distribución y optimización del ""complejo de instalaciones tipo" ..... | 4  |
| 2.3.1. Galería de tiro con arma corta.....                                   | 5  |
| 2.3.2. Galería de tiro con arma larga/tiro de precisión .....                | 7  |
| 2.3.3. Instrucción en el interior de edificios .....                         | 8  |
| 2.3.4. Calle de tiro desde vehículos en movimiento.....                      | 10 |
| 2.3.5. Sector de tiro para armamento pesado y lanzagranadas.....             | 14 |
| 2.3.6. Zona de vivac, parking, evacuación y logística.....                   | 16 |
| 2.4. Normas generales de seguridad .....                                     | 17 |
| 3. PLANIFICACIÓN .....                                                       | 17 |
| 3.1. Planificación de recursos y organigrama del proyecto .....              | 17 |
| 3.2. Estructura de desglose del trabajo .....                                | 18 |
| 3.3. Plan de obra .....                                                      | 21 |
| 3.3.1. Procedimiento de solicitud.....                                       | 21 |
| 3.3.2. Autorización y construcción de la obra .....                          | 21 |
| 4. ANÁLISIS DE COSTES.....                                                   | 23 |
| 4.1. Costes de personal .....                                                | 24 |
| 4.2. Costes de material .....                                                | 24 |
| 5. ANÁLISIS DE RIESGOS .....                                                 | 26 |
| 5.1. Gestión de riesgos del proyecto.....                                    | 26 |
| 5.2. Matriz de riesgos.....                                                  | 27 |
| 6. PLAN DE CALIDAD DEL PROYECTO .....                                        | 31 |
| 6.1. Organización de la unidad de calidad .....                              | 31 |
| 6.1.1. Procedimientos aplicables.....                                        | 31 |
| 6.2. Programa de control de calidad .....                                    | 32 |

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 6.2.1. Hormigones .....                          | 32 |
| 6.3. Normas de seguridad en la construcción..... | 33 |
| 6.4. Señalización.....                           | 34 |
| 6.4.1. Requerimientos de señalización.....       | 35 |
| 6.5. Seguridad y salud .....                     | 37 |
| 6.5.1. Plan de apoyo sanitario .....             | 37 |
| 7. CONCLUSIONES.....                             | 38 |
| 7.1. Conclusiones del proyecto.....              | 38 |
| 7.2. Líneas de trabajo futuras .....             | 39 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA.....                             | 40 |
| ANEXO 1. LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS .....       | 42 |
| ANEXO 2. PLANOS.....                             | 44 |

## 1. INTRODUCCIÓN

En el apoyo a la preparación, instrucción y adiestramiento de las unidades del Ejército de Tierra (en adelante ET), será necesario cumplimentar el plan anual que llevan a cabo los componentes de las Unidades en la formación de las diferentes disciplinas de tiro y de los sistemas de armas de los que se puede hacer uso.

Este proyecto recoge la demanda propuesta por la Brigada Acorazada Guadarrama XII “El Goloso”, en adelante BRIAC, para estudiar la elaboración de un campo de tiro multipropósito, evaluando la posibilidad del uso de armamento y sistemas de armas en un mismo campo de tiro estándar, así como su viabilidad, rentabilidad y posibilidad de acondicionamiento para tal fin. También se analizan las diferentes ventajas e inconvenientes que surgirían, para una Unidad del ET, al situar dicho proyecto cerca de su acuartelamiento.

### 1.1. Objetivos

El objetivo principal del presente trabajo es determinar la viabilidad y rentabilidad de un campo de tiro multipropósito. Para el cumplimiento de este objetivo y el estudio de la información proporcionada por parte de la oficina técnica de la BRIAC, es necesaria la consecución de una serie de objetivos parciales que se exponen a continuación:

- Comprobación del cumplimiento de las medidas de seguridad de un campo de tiro multipropósito según las medidas generales de seguridad en ejercicios de adiestramiento con fuego real (LFX) en un espacio de terreno limitado.
- Valoración de las ventajas e inconvenientes de un campo de tiro multipropósito según las normativas vigentes en el ET sobre campos de maniobra y tiro. Estas ventajas se materializarán en la reducción de costes de transporte, reducción de los tiempos de preparación de la fuerza, y centralización de los ejercicios de tiro en un mismo lugar, entre otros.
- Estudio de las dimensiones de las necesidades y materiales de los diferentes campos de tiro según el armamento a utilizar.
- Análisis de planificación, calidad, riesgos y costes a los que la BRIAC tendría que hacer frente en función del correcto funcionamiento del campo de tiro.

### 1.2. Contexto

El estudio surge de la necesidad de la Brigada Acorazada Guadarrama XII “El Goloso” demandando la elaboración de un campo de tiro que integre todas las modalidades y ejercicios de los que se compone el plan de instrucción y adiestramiento en el ejercicio del tiro, con el objetivo de preparar e instruir individualmente a los componentes de la BRIAC.

La situación actual del ET se define como espacios prácticamente vacíos, consiguiendo un apoyo muy limitado a la I/A de las unidades usuarias [1]. Dicha situación queda reflejada en los informes que realizan las unidades con motivo de la ejecución de los ejercicios, objetivándose un déficit de instalaciones de combate en zonas urbanizadas. Cabe nombrar a su vez las restricciones medioambientales, de seguridad, y otras, derivadas de las molestias generadas a las poblaciones cercanas y por último, las limitaciones propias del funcionamiento y servicios que presta el campo.

El propósito del presente trabajo es elaborar con detalle la viabilidad y rentabilidad que supondría la obtención de un campo de tiro multipropósito para cualquiera de las unidades del ET.

Actualmente, y a diferencia de otros países, en el territorio nacional no existe ningún complejo tipo que unifique en un espacio de terreno reducido un recinto que albergue todos los tipos de instalaciones necesarias para cumplir el plan de instrucción y adiestramiento en los ejercicios de tiro, estando éstos separados y, en la mayoría de los casos, con la necesidad de pedir apoyos mutuos entre unidades.

### **1.3. Metodología**

La metodología planteada para la consecución del objetivo principal se articula en cinco fases, que están íntimamente ligadas con los objetivos parciales planteados:

- Definir la clasificación actual de los campos de tiro y determinar la viabilidad de un campo de tiro multipropósito, según un análisis técnico en el que se estudiarán las dimensiones mínimas y las medidas generales de seguridad en ejercicios LFX) Nombrar la estructura física y las características de los diferentes tipos de instalación, así como su ubicación, de tal forma que pueda optimizarse el terreno disponible para el desarrollo de las actividades.
- Analizar los procedimientos para la elaboración de un campo de tiro multipropósito según las normativas vigentes en el ET sobre campos de maniobra y tiro. Se han utilizado herramientas de planificación según las necesidades del ET y construcción de obras dentro de las unidades de ingenieros.
- Realizar una estimación de la inversión que supondría la construcción de un “campo multipropósito tipo” para determinar la rentabilidad de su construcción y uso, atendiendo al coste de las diferentes obras en las que la BRIAC se ha desempeñado.
- Gestionar los riesgos del proyecto. Para ello se ha tenido en cuenta no sólo la parte teórica de los distintos manuales técnicos disponibles sobre obra y fortificación en el arma de ingenieros, sino también la ejecución de las obras ya realizadas en las cuales se han analizado los riesgos y se han diferenciado según su nivel de influencia.
- Desarrollar un plan de calidad en el que se implementen diferentes programas de desarrollo de la calidad y las normas que capacitan a las unidades a realizar planes de control en obras dentro de la normativa nacional y europea.

Este proyecto a determinado la viabilidad de un complejo de “instalaciones tipo” en las que se han establecido las normas por las que se regirán los centros de adiestramiento y doctrina (CENAD,s), y Campos de Maniobra y Tiro (CMT) de interés general (IG), dependientes del MADOC, con la finalidad de ofrecer un avance en el Apoyo a la Instrucción, Adiestramiento y Evaluación [1] de los CMT,s de las Bases, Acuartelamientos y Establecimientos (BAE,s).

### **1.4. Ámbito de aplicación**

El campo de tiro multipropósito sería de uso y utilización prioritaria por la totalidad del Ejército de Tierra, estimulando colaboraciones con otros ejércitos y naciones extranjeras y otras instituciones que soliciten el apoyo necesario para su utilización, como pueden ser el Ejército del Aire, la Armada, Unidad Militar de



Emergencias, Guardia Real, FCSE, asociaciones deportivas de tiro, y organismos autonómicos y locales [2].

Ocasionalmente, y regulada por la unidad encargada del campo de tiro, cabría la posibilidad de ceder a otros grupos de diversa índole, como pueden ser los mencionados anteriormente, la utilización del campo, siempre y cuando no esté siendo usada por las propias unidades del ET.

## **2. ANÁLISIS TÉCNICO**

### **2.1. Clasificación del campo de tiro**

Según la normativa técnica 14/12 sobre dirección y gestión de campos de maniobra del ET los campos de maniobra y tiro se clasifican en [1]:

- Centros de Adiestramiento (CENAD)
- Campos de Maniobra y Tiro de Interés General (CMT IG)
- Campos de Maniobra y Tiro de Base, Acuartelamiento o Establecimiento (CMT de BAE)

La dependencia del campo de tiro multipropósito, es decir, de sus terrenos e instalaciones destinadas a las actividades de instrucción y adiestramiento con el tiro de las diferentes armas o sistemas de armas, será orgánicamente de la Dirección de enseñanza (en adelante DIEN) del Mando de Adiestramiento y Doctrina (en adelante MADOC). Así se determinará el presente trabajo al ser el ámbito de aplicación todas las unidades del Ejército español.

Asimismo, como indica la directiva 08/08 "Relación y dependencia de las CENAD y CMT del ET (Estado Mayor del Ejército, 2008), podrían encontrarse las situaciones de realizar el proyecto en los diferentes CENAD y CMT de BAE, que proporcionarán capacidades de apoyo más reducidas y se orientarán para dar servicio a las unidades cercanas a los mismos.

### **2.2. Dimensionamiento. Instalaciones tipo**

El campo de tiro multipropósito debe disponer de instalaciones diseñadas específicamente para favorecer la ejecución de los ejercicios y para facilitar la instrucción del personal y el adiestramiento de las unidades. Con el estudio realizado de las diferentes necesidades de las unidades en el ejercicio de tiro [1], se ha determinado que las facetas fundamentales en las que un combatiente tiene que realizar sus ejercicios son los siguientes:

- Combate convencional: diurno y nocturno
- A pie/en vehículo
- Combate cercano: tiro instintivo
- Combate en zonas urbanizadas
- Ejercicios de tiro de precisión
- Ejercicios de tiro indirecto o segundo sector

Se ha precisado de las instalaciones necesarias en función de la faceta de instrucción y la finalidad con la que se diseñan las instalaciones. Dicha distribución se ha obtenido del criterio de necesidad de la Brigada desde el punto de vista de instalaciones de apoyo a I/A. Se elaborará un Plan Director [3] conociendo las dimensiones del terreno disponible, las necesidades de seguridad, las restricciones

derivadas de la aplicación de la normativa medioambiental y la rentabilidad de la localización de las instalaciones dentro o fuera de los CMT. Además se ha intentado disminuir o eliminar las restricciones en el proceso de elaboración del campo de tiro multipropósito.

Se ha elaborado un complejo de instalaciones que integre las medidas generales de seguridad en ejercicios de adiestramiento con fuego real (LFX) [4] que se realizarán en diferentes sectores de acuerdo a la finalidad de cada sector en el complejo de las instalaciones.

El campo de tiro multipropósito ha necesitado un mínimo de instalaciones que detallamos a continuación:

- Galería de tiro de arma corta
- Galería de tiro de arma larga/tiro de precisión
- Instrucción en el interior de edificios
- Calle de tiro desde vehículo en movimiento
- Sector de tiro para armamento pesado y lanzagranadas

A su vez el campo de tiro ha contado con los siguientes sectores, con el objetivo de facilitar al usuario la realización de los ejercicios:

- Zona de vivac/acantonamientos
- Zona de parking/estacionamiento de vehículos
- Zona de evacuación/sanitaria
- Zona logística

Para una visualización óptima se ha hecho uso del programa de dimensionamiento en 3D SketchUp 2016 3D [5] en el que se han modelado las diferentes instalaciones según las especificaciones seguidamente expuestas.

### **2.3. Distribución y optimización del “complejo de instalaciones tipo”**

El campo de tiro multipropósito está compuesto, como se ha citado anteriormente, de los siguientes sectores:

- Sector 1: galería de tiro de arma corta
- Sector 2: galería de tiro de arma larga/tiro de precisión
- Sector 3: instrucción en el interior de edificios
- Sector 4: calle de tiro desde vehículo en movimiento
- Sector 5: sector de tiro para armamento pesado y lanzagranadas

A su vez, para facilitar el uso de las instalaciones, el complejo está compuesto de las siguientes zonas:

- Zona A: zona de vivac/acantonamientos
- Zona B: zona de parking/estacionamiento de vehículos
- Zona C: zona de evacuación/sanitaria/logística

A continuación se expondrán las características de cada uno de los sectores y las zonas del campo de tiro multipropósito. Las especificaciones de las galerías y sectores de tiro se han elaborado en función de las características y medidas de seguridad según el Boletín Oficial del Estado núm. 55 de 1993, que es el que actualmente está en vigor.

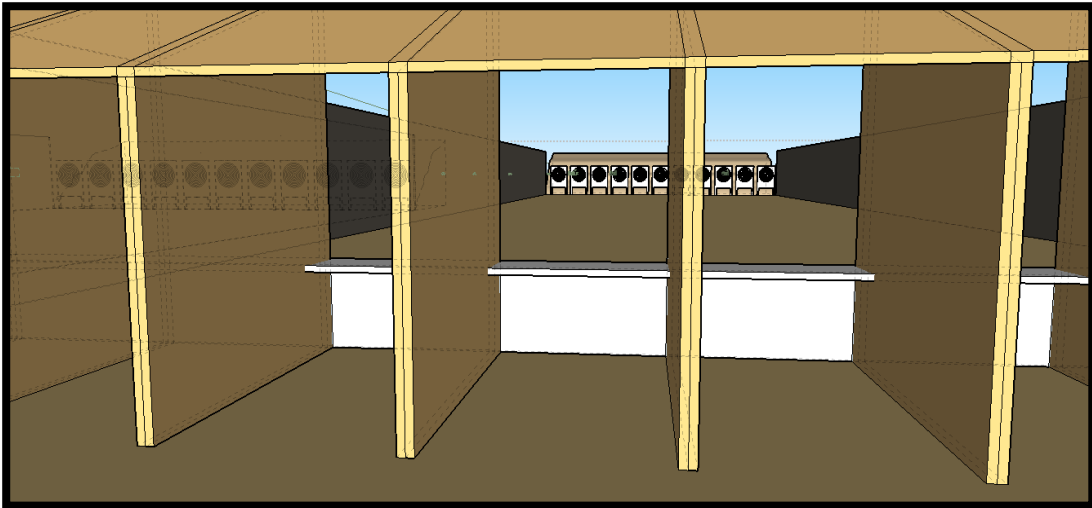
### 2.3.1. Galería de tiro con arma corta

#### a) Especificaciones

La galería de tiro con arma corta es abierta y para 11 tiradores, con una extensión de 850 metros cuadrados. Las dimensiones generales se pueden ver en el **ANEXO 2. PLANO 1. GALERÍA DE TIRO DE 50 METROS CON ARMA CORTA.**

Cada puesto de tirador dispondrá de un espacio de 1,5 metros de ancho y una profundidad de 1,5 metros. Las pantallas de separación tendrán dos metros de altura, con una anchura de 1,5 metros.

Se protegerá el ángulo de tiro con marquesinas de 2 a 3 metros de altura, limitando el ángulo de tiro a 40 grados. El material de las mismas será madera de 4 centímetros de espesor con una chapa de hierro de 2 milímetros **[Imagen 1]**.

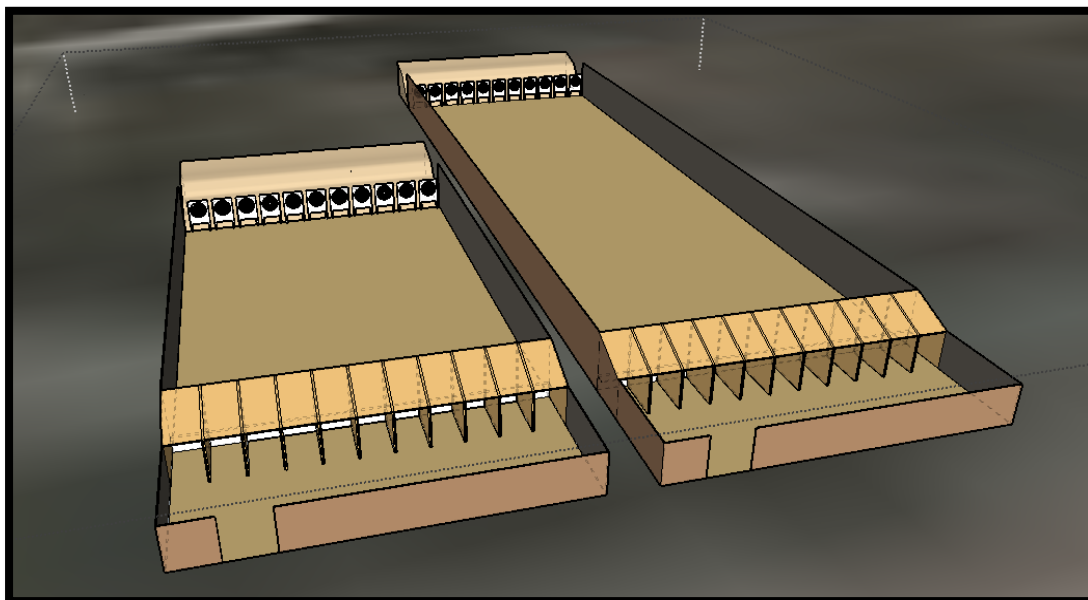


*Imagen 1. Desde el interior de la galería de tiro se muestran las diferentes posiciones de los tiradores. "Fuente propia".*

El piso debe ser plano, horizontal y rugoso para evitar deslizamientos. Cada tirador dispondrá de una mesa para colocar su arma y munición; con dimensiones de 150 centímetros de ancho y 50 centímetros en profundidad, a una altura de 70 centímetros.

Es necesario mencionar que debe tener tener la iluminación adecuada en caso de ejercicios en ambiente nocturno [3] sin la posibilidad de producir deslumbramientos. La insonorización no es necesario tenerla en cuenta debido a que nos encontramos en un espacio abierto. A lo largo del campo de tiro se colocarán tres sucesivas pantallas para-balas de hormigón armado de 20 centímetros cubierto con madera de 4 centímetros, con una altura de dos metros.

Aprovechando la configuración del terreno se procederá a la elaboración de un espaldón destinado a dirigir los proyectiles disparados en el campo de tiro. Tendrán todo el ancho de la galería y una altura de mínimo 2 metros la trayectoria más desfavorable [3], con una profundidad mínima de 1.5 metros de tierra **[Imagen 2]**.



*Imagen 2. Perspectiva en tres dimensiones de las galerías de tiro con arma corta de 50 y 25 metros. "Fuente propia".*

b) Línea de blancos.

La calidad y dimensiones de todos los blancos serán examinadas por el oficial encargado del ejercicio dentro de la galería de tiro.

El papel del blanco debe ser de un color y material no reflectante, de modo que la zona negra de puntería sea claramente visible bajo condiciones normales de luz a las distancias apropiadas. El papel del blanco y las líneas de puntuación deben mantenerse con precisión en sus dimensiones, cuales sean las condiciones climáticas y de tiempo. El papel del blanco debe registrar los impactos sin deformación o desgarro excesivos.

En la galería de tiro se proporcionarán dos tipos de blanco [7]:

- Blanco de pistola de tiro rápido de 25 metros **[Imagen 3]**
- Blanco de pistola de precisión de 25 y 50 metros **[Imagen 3]**

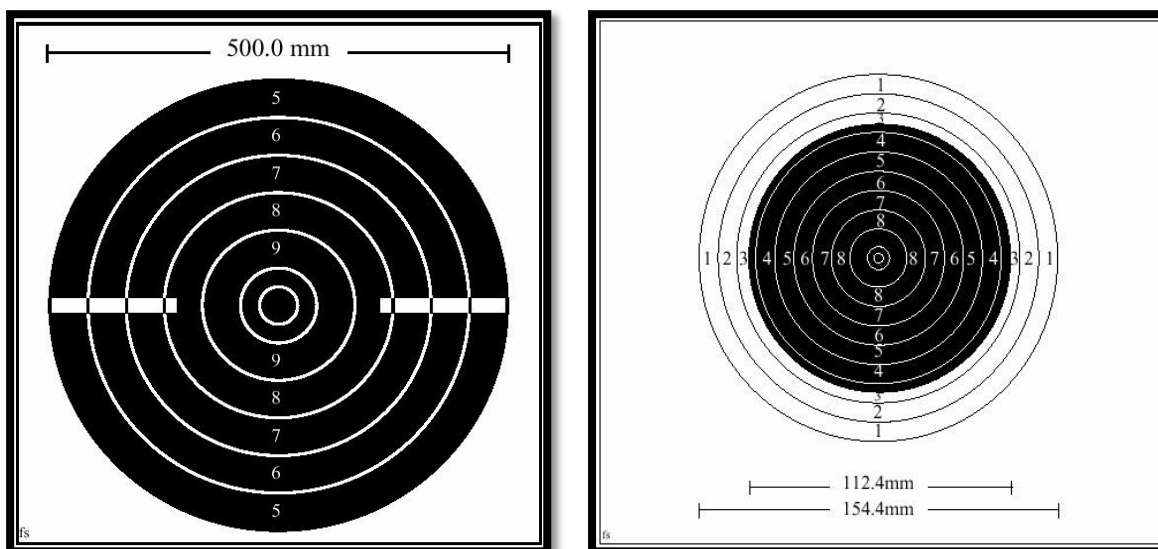


Imagen 3. Blanco de pistola de tiro rápido de 25 metros (izq.) y de precisión de 25 y 50 metros (dcha.). “Fuente [6]”.

Ambos se colocarán en la línea de blancos según la modalidad que se quiera adoptar.

El blanco de tiro rápido de 25 metros tendrá un tamaño mínimo de 550 milímetros y un alto de entre 520 y 550 milímetros, tal como muestra en la figura 1a.

El blanco de tiro de precisión de 25 y 50 metros tendrá un tamaño mínimo de 550 milímetros y un alto de entre 520 y 550 milímetros, con un centro de color negro de 200 milímetros, tal como muestra la figura 1b.

### c) Criterios de evaluación y medidas de seguridad

La galería reunirá las debidas condiciones cuando exista la certeza de que ningún proyectil pueda sobrepasar involuntariamente los límites del campo, que las protecciones son las adecuadas y que ninguna persona puede ser alcanzada entre el puesto de tirador y el espaldón (ISSF “*International shooting sport federation*”).

La necesidad de protección de los oídos [6] se anunciará mediante señales de advertencia expuestas a la vista, quedando los dispositivos protectores de los oídos a disposición de todas las personas en el campo de tiro. A todos los tiradores y otro personal en inmediata proximidad a la línea de tiro, se les pide llevar tapones para los oídos, cascos auriculares u otra protección similar.

## 2.3.2. Galería de tiro de arma larga/tiro de precisión

### a) Especificaciones

Se construirá un campo de tiro de precisión de 1000 metros acorde con la Instrucción Técnica 18/19, con las medidas de seguridad en ejercicios de adiestramiento con fuego real (LFX), reuniendo los requisitos necesarios para la correcta instrucción de las unidades. El ancho entre espaldones será de 40 metros. En dicho sector se llevará a cabo el estudio de la mejora y acondicionamiento de un vial de acceso a las líneas de tiro, la construcción de las líneas de tiro y los acondicionamientos de espaldones.

La finalidad del vial de acceso es permitir el tránsito de vehículos, tanto de maquinaria de movimiento de tierras, como de vehículos pesados.

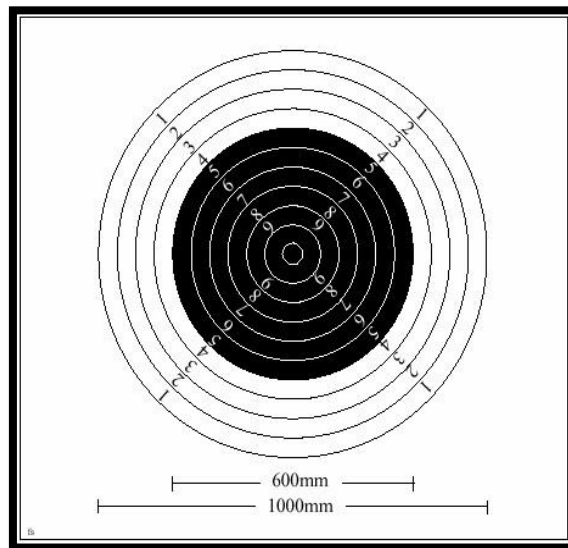
Los espaldones tienen por misión recoger la totalidad de los proyectiles disparados sobre los blancos. Los espaldones de tiro deben igualmente detener la mayor parte de los rebotes que se produzcan inmediatamente delante de los blancos. Para ello, se realizarán los trabajos de acondicionamiento necesarios para mejorar los espaldones existentes de manera que permitan realizar los ejercicios de tiro en condiciones de seguridad.

Se construirán hasta un máximo de nueve líneas de tiro.

Se establecerán las distancias reglamentarias para los distintos ejercicios.

b) Líneas de blancos

El número de blancos **[Imagen 4]** a colocar en cada línea será de entre seis a diez. La separación entre los blancos deberá tener entre cuatro y cinco metros.



*Imagen 4. Blanco de tiro de precisión. "Fuente [6]".*

c) Criterios de evaluación y medidas de seguridad

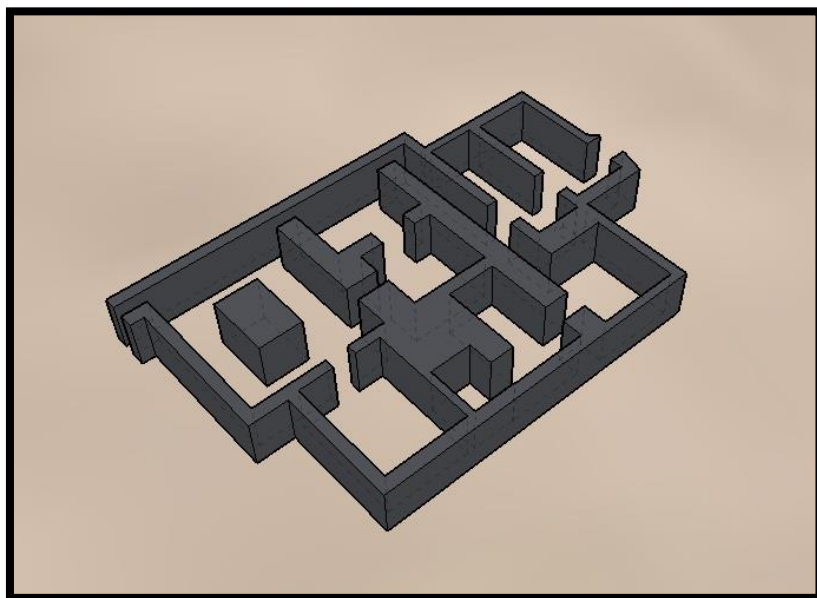
La zona de seguridad es la comprendida dentro de un sector circular de 45 grados a ambos lados del campo de tiro y un radio de 200 metros del tirador [6], con el objetivo de que no exista tránsito de personal dentro de la zona de efectividad del disparo.

El sector reunirá las condiciones de seguridad cuando las personas cumplan las señalizaciones de seguridad impuestas durante la ejecución de los ejercicios y las señalizaciones no ofrezcan ninguna duda, sean claras y visibles.

### **2.3.3. Instrucción en el interior de edificios**

a) Especificaciones

Se llevará a cabo la instrucción en el interior de edificios con un sector destinado a la construcción de una vivienda [Imagen 5] elaborada a partir de material de goma o madera, que permita la instrucción de las capacidades de reacción del combatiente en el interior de edificios. El material de la vivienda está elaborado de un compuesto prefabricado de goma.



*Imagen 5. Ejemplo de la distribución de los componentes que conformarían la “casa de tiro”. “Fuente propia”.*

Se tratará de ejercicios con fuego real combinando fuego y movimiento.

b) Blancos

Los blancos idóneos utilizados en este ejercicio son las denominados blancos SAAB, que apoyarán la instrucción de tiro (**Tabla 1**)

|                     |                                                                             |                                                                      |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Nombre:             | Blancos SAAB                                                                |                                                                      |
| Empresa fabricante: | SAAB                                                                        | WEB: <a href="http://www.saabgroup.com">http://www.saabgroup.com</a> |
| Misión:             | Apoyar la instrucción de tiro                                               |                                                                      |
| Unidades usuarias:  | Infantería Caballería                                                       |                                                                      |
| Cantidad:           | Varios                                                                      |                                                                      |
| Situación:          | CENAD,s y CMT,s                                                             |                                                                      |
| Descripción:        | Blancos automáticos (móviles y fijos) para el tiro de vehículos o fusilería |                                                                      |

*Tabla 1. Blancos SAAB. “Fuente: página web de SAAB Defense and security”.*

c) Criterios de evaluación y medidas de seguridad

El tipo de blanco SAAB permite conocer la efectividad del tirador al final del ejercicio. Las ventajas que ofrece la instrucción en el interior de edificios es la variedad de ejercicios que brinda el combate de fuego real **[Imagen 6]**.



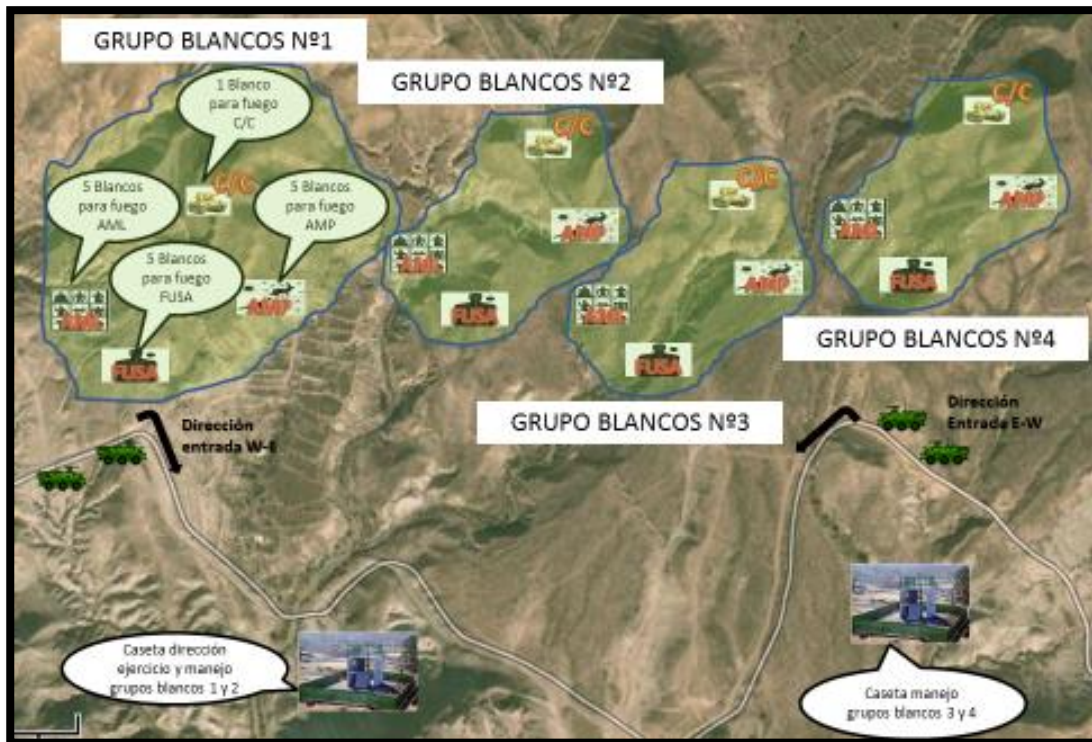
*Imagen 6. Mecanismo y funcionamiento de los blancos SAAB. “Fuente: página web de SAAB Defense and security”.*

#### **2.3.4. Calle de tiro desde vehículos en movimiento**

a) Modo de empleo

Dicho campo de tiro **[Imagen 7]** servirá para instruir al personal en distintos ejercicios de tiro sobre blancos móviles y blancos abatibles realizados desde los diferentes vehículos en dotación con armamento tipo AMP, AML y LAG-40, aprovechando el alcance eficaz de cada arma. El campo de tiro se ha diseñado para que el jefe del ejercicio pueda variar en cada ejercicio el empleo y la ubicación de los blancos, creando así un escenario lo más real posible.





*Imagen 7. Ejemplo de la visualización del ejercicio de “calle de tiro en movimiento desde vehículo”. “Fuente propia”.*

Para construir dicho campo de tiro se realizará:

- Acondicionamiento y construcción de la calle de tiro.
- Acondicionamiento y construcción del itinerario de repliegue.
- Construcción de un camino de acceso a la zona de blancos.
- Construcción de 9 posiciones de tiro para colocación de blancos abatibles.
- Cerramiento perimetral y señalización del CT.
- Puesto de observación elevado para control del ejercicio

#### b) Blancos

Los blancos idóneos utilizados en este ejercicio serán los blancos con sistema *LOMAH* (*Location of miss and hit*) (**Tabla 2**), que apoyarán la instrucción del tiro desde vehículos en movimiento [**Imagen 8**].

|                     |                                                                                                                                       |                                                                      |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Nombre:             | Sistema LOMAH ( <i>Location of Miss And Hit</i> )                                                                                     |                                                                      |
| Empresa fabricante: | SAAB                                                                                                                                  | WEB: <a href="http://www.saabgroup.com">http://www.saabgroup.com</a> |
| Misión:             | Apoyar la instrucción de tiro de fusilería o de Carro de combate, permitiendo la localización de impactos por el sonido               |                                                                      |
| Unidades usuarias:  | ET                                                                                                                                    |                                                                      |
| Cantidad:           | Varios                                                                                                                                |                                                                      |
| Situación:          | CENAD Chinchilla (Fusilería) y CMT Cerro Muriano (CC/VCI)                                                                             |                                                                      |
| Descripción:        | Permite visualizar en una pantalla la situación exacta del impacto sobre un blanco fijo o móvil para el tiro de vehículos o fusilería |                                                                      |

*Tabla 2. Características Sistema "Location of Miss And Hit". "Fuente: página web de SAAB Defense and security"*

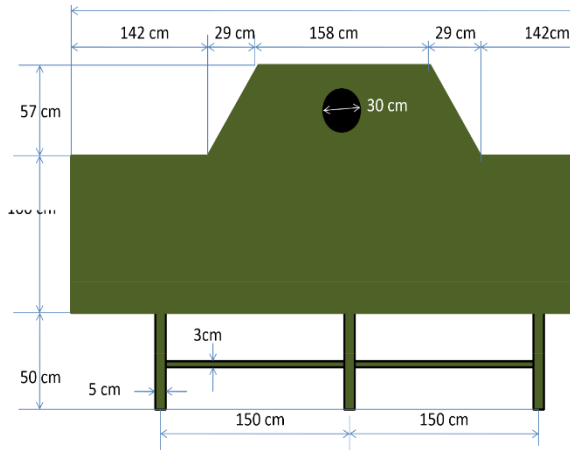


*Imagen 8. Blanco adaptado con el Sistema LOMAH. "Fuente: página web de SAAB Defense and security".*

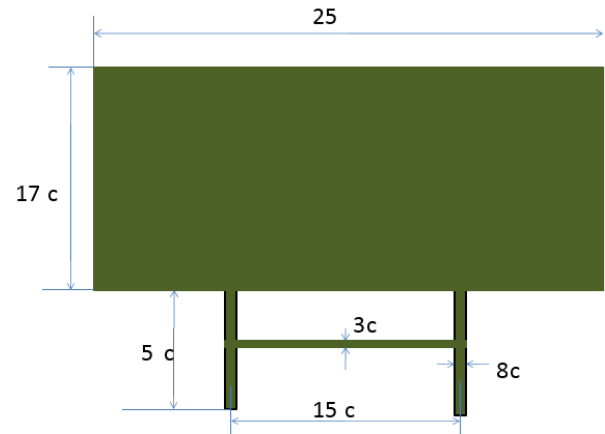
Cada tipo de blanco dependerá en función del grado en el que se quiera adiestrar al tirador del carro y al tirador de la ametralladora pesada. En función de esto se han obtenido diferentes blancos del manual SAAB BT 18SX "blanco de carros de combate" para vehículo CC; son los que se detallan a continuación [8]:

- H5 T-72 a escala: 5/7 se utiliza para tiro con carro de combate en movimiento. **[Imagen 9a]**

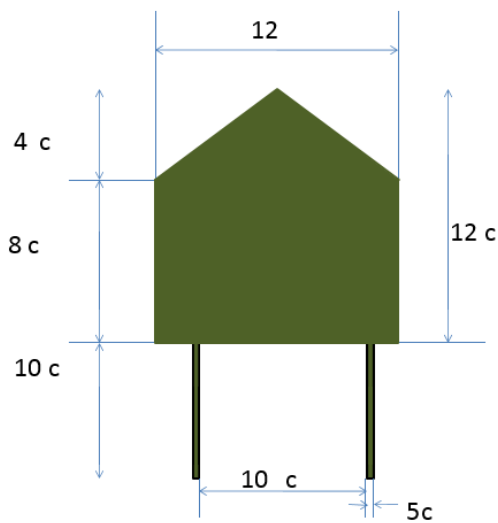
- TIPO 55 para tiro desde vehículo de combate de infantería en movimiento. **[Imagen 9b]**
- T-58 para tiro desde vehículo contra carro. **[Imagen 9c]**
- TIPO 59 para tiro frontal en estático **[Imagen 9d]**
- TIPO 60 para tiro lateral en movimiento **[Figura 9e]**
- 



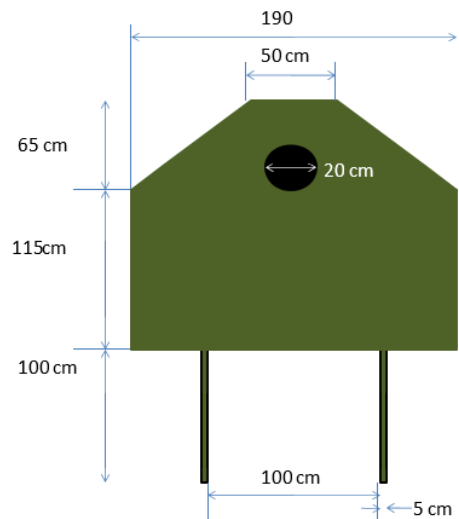
*Imagen 9a. H5 T-72 (CARRO "MÓVIL").*  
"Fuente [8]"



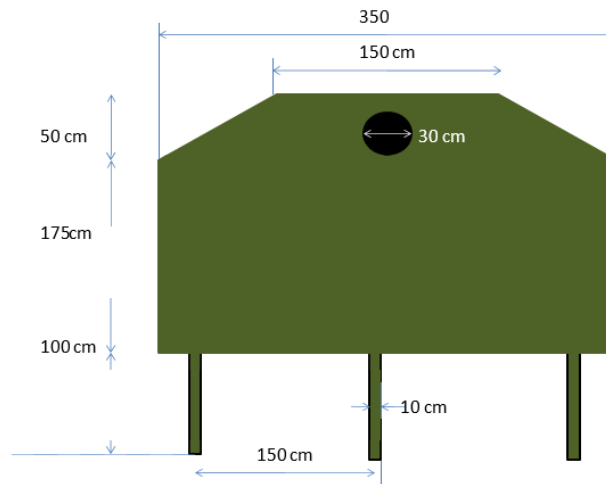
*Imagen 9b. TIPO 55 (VCI LATERAL "MÓVIL").* "Fuente [8]"



*Imagen 9c. T-58 (Torre CC).*  
"Fuente [8]"



*Imagen 9d. TIPO 59 (CC FRONTAL).*  
"Fuente [8]"



*Imagen 9e. TIPO 60 (CC LATERAL MÓVIL). “Fuente [8]”*

c) Criterios de evaluación y medidas de seguridad

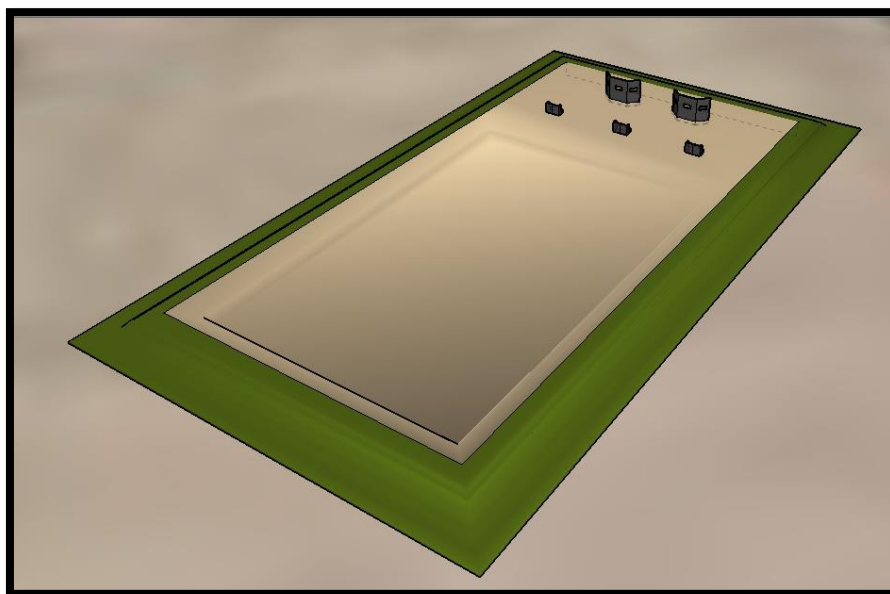
El tipo de blanco con sistema LOMAH permite conocer la efectividad del tirador al final del ejercicio.

En este tipo de ejercicios será de máxima importancia adecuar las medidas de seguridad. En su ejecución, dependiendo de la distancia a los objetivos, los ejecutantes podrán encontrarse en diferentes fases, delimitando según el recorrido del itinerario el municionamiento del cargador, la alimentación del arma, la carga del arma y finalmente, poner y quitar el seguro.

### 2.3.5. Sector de tiro para armamento pesado y lanzagranadas

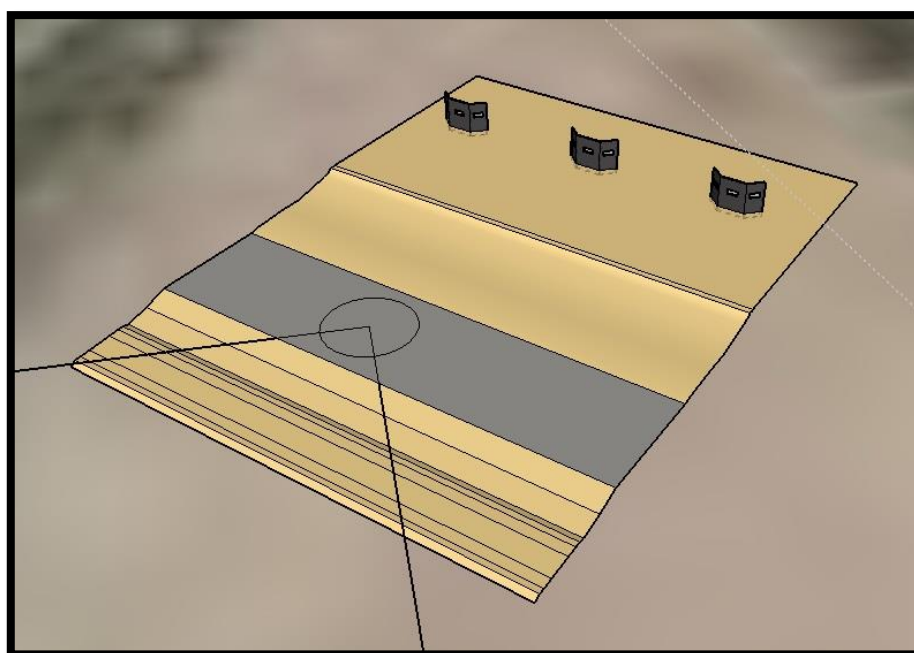
Se ha determinado asimismo un sector dedicado exclusivamente a armamento medio y pesado con diferentes puestos de tiro y asentamientos para los tiradores **[Imagen 11]**.

Para el lanzamiento de granadas se ha contado con un campo **[Imagen 10]** de dimensiones de 50 metros de ancho por 125 metros de largo. Para su protección contará con tres parapetos, separados entre sí 10 metros, con 1 metro 45 centímetros, para la protección del personal que ejecuta el ejercicio. A su vez tiene dos muros de protección en caso de rebotes [6]. Tendrán una altura de 2 metros y 50 centímetros (véase **ANEXO 2. PLANO 3. CAMPO DE LANZAMIENTO DE GRANADAS**)



*Imagen 10. Campo de lanzamiento de granadas con las posiciones de lanzamiento y los muros de protección. "Fuente propia".*

El sector destinado a armamento pesado tiene tres muros de protección para personal. Dispondrá de una posición donde se realice el fuego; dicha posición se encuentra a una distancia de 50 metros del muro de contención central. Se determinará una zona de objetivos a 1500 metros de la zona de fuego sobre un espaldón en el terreno (véase **ANEXO 2. PLANO 4. SECTOR DE TIRO PARA ARMAMENTO PESADO Y LANZAGRANADAS**) El jefe de ejercicio será el encargado de supervisar la correcta puntería del tirador, haciendo únicamente uso del armamento en dirección al objetivo determinado [3].



*Imagen 11. Sector de lanzamiento con armamento pesado y muros de protección. "Fuente propia".*



### 2.3.6. Zona de vivac, parking, evacuación y logística

El campo de tiro tendrá, según la distribución lógica de sus componentes, una zona de vivac o acondicionamiento, similar a una explanada con cabida para, aproximadamente, 300 personas. A su vez, contará con un parking para el estacionamiento de vehículos, zonas habilitadas cercanas a los diferentes sectores para la colocación de las ambulancias, y una zona logística donde poder almacenar, por un lado, la munición y el armamento, y por otro, cualquier material explosivo, véase [Imagen 12] e [Imagen 13].



Imagen 12. Distribución y optimización del “complejo de instalaciones tipo”.  
“Fuente propia”.

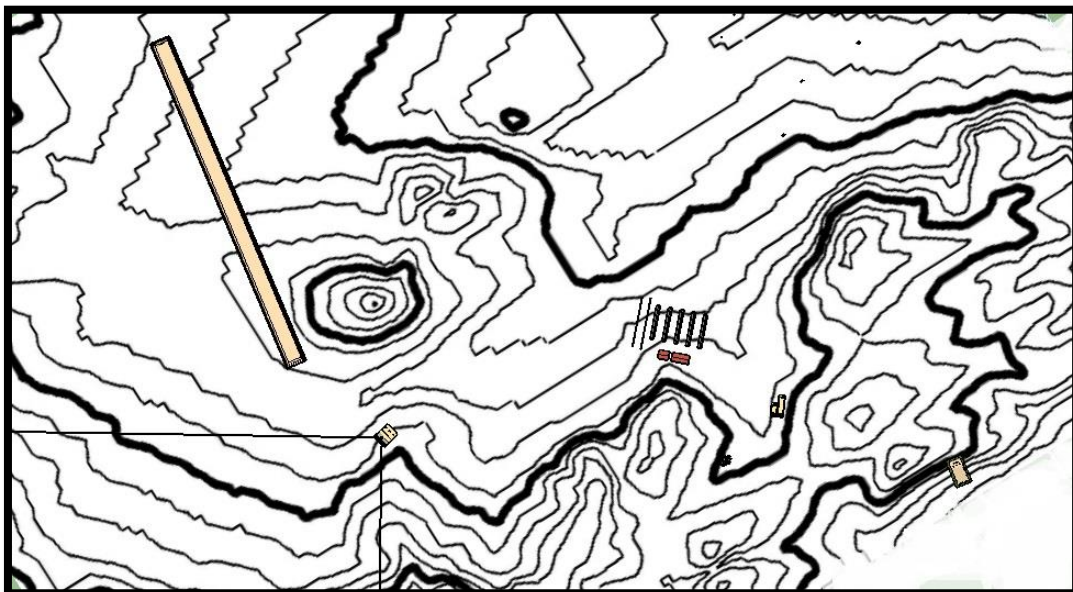


Imagen 13. Distribución y optimización del “complejo de instalaciones tipo” por cotas de nivel. “Fuente propia”.

## 2.4. Normas generales de seguridad

En el estudio de los diferentes sectores y galerías, según el reglamento de campos de tiro que se han especificado anteriormente, se ha comprobado la incompatibilidad de reunir en un espacio de terreno limitado todos estos sectores debido a la contraposición de las medidas de seguridad [3] que nos encontramos en cada uno de ellos.

Tenemos, por lo tanto, que separar y diferenciar las instalaciones en un “complejo de instalaciones tipo” y determinar las ubicaciones de cada una. Además de las medidas de seguridad que se han mencionado en cada uno de los apartados del dimensionamiento de los diferentes sectores, se establecen medidas generales de aplicación a todo el complejo, que se relatan a continuación:

- Necesariamente la regulación de la seguridad en los campos de tiro es llevada a cabo por la autoridad más característica dentro de los ejercicios de tiro realizados en el interior del campo. La seguridad de un Campo de Tiro Multipropósito depende en gran medida de la unidad usuaria, la cual a su vez establece las reglas adicionales de seguridad.
- La seguridad de los tiradores y de las personas que se encuentren en ese momento en el interior de alguno de los sectores del campo requerirá una continuada y cuidadosa atención en el manejo de las armas y de su movimiento por el campo, dependiendo del grado de complejidad de su instrucción y adiestramiento.
- Entre las medidas de seguridad de carácter técnico y táctico se encuentran un detallado planeamiento y ejecución de los ejercicios, así como las medidas de coordinación entre las diferentes unidades usuarias, que deberán ser conocidas por todos los participantes.
- Durante la secuencia de realización del ejercicio, cada unidad deberá detallar sus normas operativas (NOP,s), determinando con claridad el momento en el que se pueden ejecutar el municionamiento del cargador, la alimentación del arma, cargar el arma y poner y quitar el seguro. En cualquier caso, siempre que se lleve el arma cargada, el seguro estará puesto, al igual que los usuarios estarán equipados con el casco y el anti-fragmentos (Ejército de Tierra, 2009)

Sería necesaria una célula específica que regule y controle la seguridad del campo de tiro [1].

## 3. PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN

### 3.1. Planificación de recursos y organigrama del proyecto

Para la realización del proyecto es necesario que participen diferentes actores [Imagen 14], como se ha mencionado anteriormente, entre los que encontramos al SIAPRE y el MADOC, contando también con los posibles actores como contrataciones, en caso de externalizar el proyecto, vendedores para la obtención de recursos, las unidades de especialidades del ET y evidentemente, la unidad usuaria.

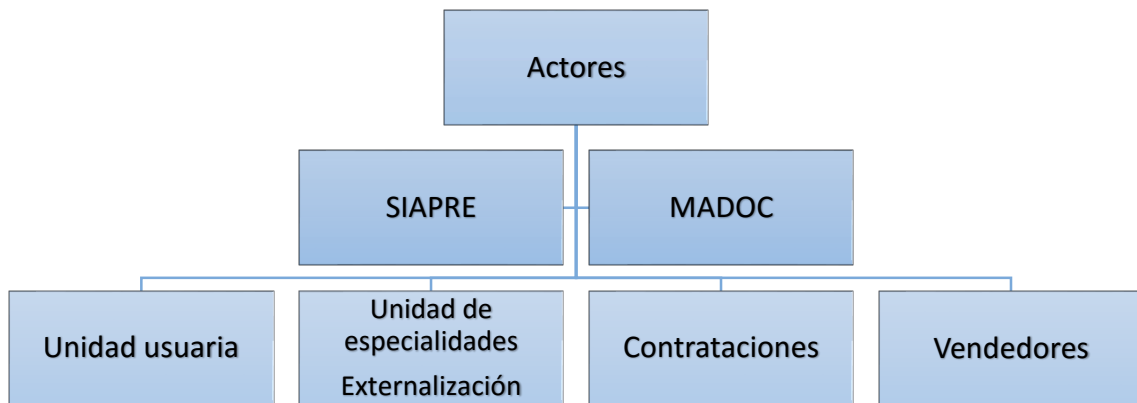


Imagen 14. Organigrama del proyecto. "Fuente propia".

Una vez determinada la viabilidad y rentabilidad del campo de tiro, se podrá proceder a su construcción. Las unidades que quieran llevar a cabo dicho proyecto dentro de los CMT de su competencia deberán seguir el procedimiento de solicitud citado anteriormente, a través de la cadena funcional del SIAPRE. Éste es el organismo que determinará si el proyecto se llevará a cabo por las propias unidades de especialidades del ET (análisis de costes), o por el contrario se externalizará a una empresa civil. El MADOC es el encargado de supervisar lo concerniente a cumplimentar las normas de dirección y gestión de los campos de maniobra y tiro en territorio nacional.

### 3.2. Estructura de desglose de trabajo

La EDT [Imagen 15] es una herramienta fundamental en la gestión de proyectos. En la EDT se determinan las diferentes actividades y fases a llevar a cabo por parte del equipo de proyecto [9]. En la gestión de un proyecto será necesario el estudio de cada uno de sus campos:

- Es de suma importancia definir el alcance del proyecto, así como su planificación y verificación a lo largo de mismo. Se han marcado unos objetivos claros y una metodología que marque la línea a seguir. Para esto, es necesario formar un equipo de proyecto y un Jefe encargado del mismo que se encargaran de la dirección y gestión de la ejecución de la obra.
- Desde el inicio de la idea del campo de tiro multipropósito se han planificado las actividades a realizar en función del tiempo para valorar su extensión y así poder realizar estudios relacionados con la estimación de recursos necesarios en función de las diferentes actividades. En este espacio temporal se gestionarán las adquisiciones y compras de material necesarias para su cumplimentación. Se valorará la posibilidad de contrataciones o externalizaciones, y se negociará con los vendedores de la zona.
- La gestión de costes es, en este caso, el campo más significativo. La estimación de los mismos marcará la rentabilidad a corto y largo plazo tanto de la obra en sí, como del uso de las instalaciones en caso de llevarse a cabo. La decisión de aprobación y autorización por parte del mando depende en gran medida del gasto económico que suponga.
- La optimización de un proyecto depende de un continuo control de calidad de la obra. Se realizará conforme a las normas de construcción de obras y los diferentes controles de señalización, protección del medioambiente, seguridad y salud, entre otros. Para ello, se identificarán los riesgos que pudiesen existir obteniendo un análisis cualitativo de los mismos.



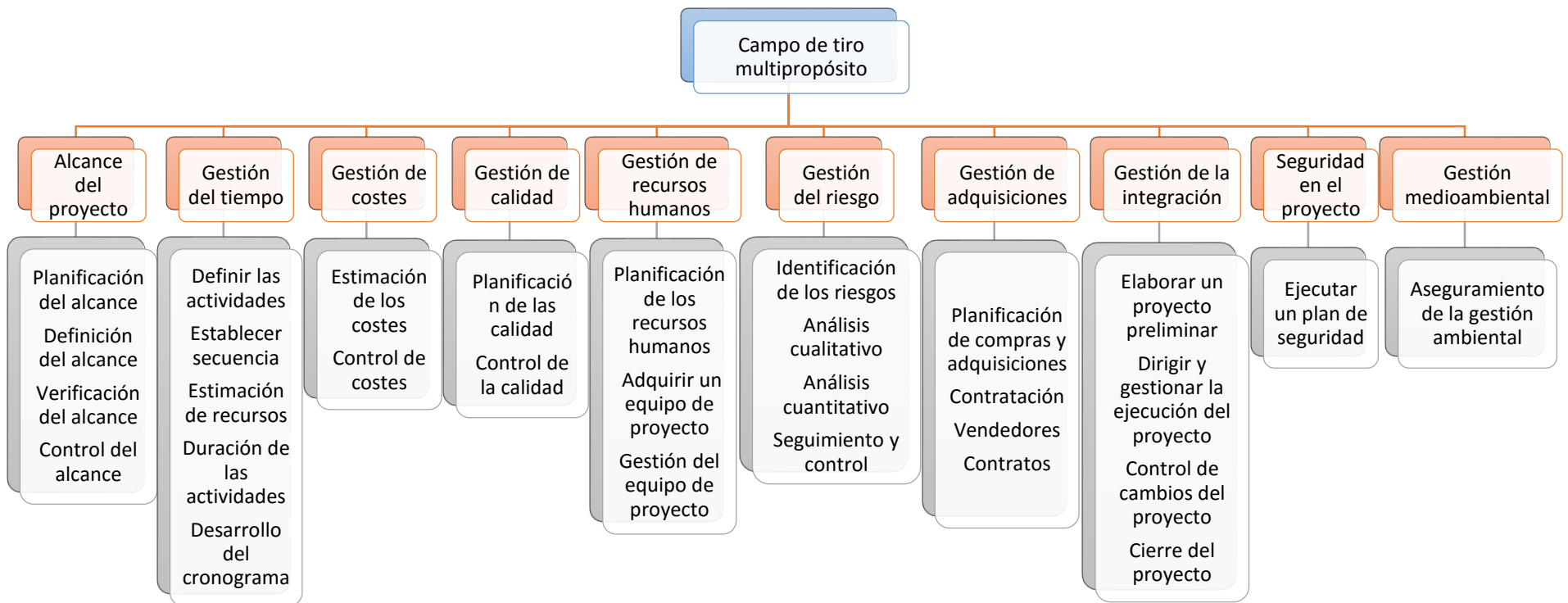


Imagen 15. Estructura de desglose de trabajo. "Fuente propia".

### 3.3. Plan de obra

#### 3.3.1. Procedimiento de solicitud

El procedimiento de solicitud [Imagen 16] para la obtención del permiso de construcción del campo de tiro multipropósito se realizará a través de la cadena funcional establecida por el Sistema de Apoyo a la Preparación [1] (en adelante SIAPRE). Entre los diferentes tipos de solicitud podemos encontrar:

- Anual: Solicitándose antes del 30 de Junio del año anterior.
- Mensual: Solicitándose antes del día 10 del mes anterior, debiendo estar comunicadas a las unidades usuarias, antes del 25 de ese mismo mes.

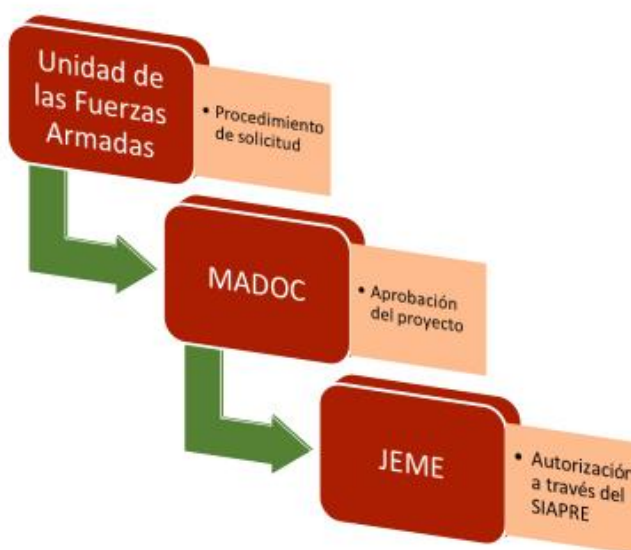


Imagen 16. Procedimiento de autorización para la elaboración de una obra en el Ejército de Tierra. "Fuente propia".

#### 3.3.2. Autorización y construcción de la obra

Una vez aprobado el proyecto, el jefe de obra deberá estimar la duración de los trabajos. Se tomará un ejemplo de dos (2) meses, simultaneando el trabajo de varios equipos en los distintos tajos, con el fin de aprovechar al máximo los recursos disponibles.

El Plan de Obra tiene carácter orientativo, quedando a criterio de la unidad que realice la obra, siendo necesario su aprobación por la oficina técnica.

Durante el proceso constructivo del campo de tiro se realizarán los diferentes trabajos divididos en los siguientes grandes bloques [10]:

- Instalación y replanteo
- Movimiento de tierras
- Limpieza y fin de obra

### **a) Instalación y replanteo**

Para la realización del replanteo se tomarán como referencia los puntos más destacados, como por ejemplo edificios cercanos o puntos característicos del terreno.

A partir de esos puntos, se definirá la distribución de los diferentes sectores, acantonamientos, zonas de aparcamiento, vivac, etc.

Consideramos que el replanteo realizado, junto con los planos de las secciones, es suficiente para la posible realización del proyecto.

### **b) Movimiento de tierras**

El movimiento de tierras será reducido, y se limitará a suavizar las irregularidades del terreno actual provocando el más fácil desagüe del mismo. Se tendrá en cuenta la pendiente del terreno ajustando el terreno lo más posible entre volumen a desmontar a terraplenar.

Durante el proceso de movimiento de tierras se procederá a diferentes ensayos para determinar la calidad y la compactación del terreno [10] atendiendo a los siguientes criterios:

- Antes de su ejecución

Por cada 1000 metros cúbicos o fracción de tierras a emplear o una vez al día si se emplea menos material, 1 ensayo Proctor Normal.

El ensayo Proctor es uno de los controles de compactación más importantes en los procedimientos del estudio y de la compactación de un terreno. A través de él es posible determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, a una energía de compactación determinada.

Se determina según un cilindro con volumen conocido, en el que se varía la humedad para obtener la curva que relaciona la humedad y la densidad seca máxima a determinada energía de compactación.

Por cada 5000 metros cúbicos o fracción de tierras a emplear, o cada 3 días si se emplea menos material: o 1 ensayo granulométrico o 1 ensayo de límites de Atterberg.

Los ensayos se realizan en el laboratorio y miden la cohesión del terreno y su contenido de humedad, para ello se forman pequeños cilindros de espesor con el suelo. Siguiendo estos procedimientos se definen tres límites: el límite líquido, límite plástico y límite de retracción o contracción.

- Control de Compactación diaria de los firmes y pavimentos

Por cada 5000 metros cuadrados o fracción de tierras exceptuando un ancho de 1 metro a cada lado de franja de borde o 5 ensayos de contenido de humedad o 5 ensayos de densidad "in situ".

### c) Limpieza y terminación

Una vez que las obras se hayan terminado, el conjunto de instalaciones y dependencias construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, deberán ser removidos y los lugares de su emplazamiento [10], restaurados a su forma original.

Todo ello se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias, siempre en cumplimentación con la normativa en cuestiones medioambientales aplicables a la construcción, entre las que se encuentran la ley 26/2007 de responsabilidad medioambiental, y la ley de evaluación de impacto medioambiental en proyectos.

## 4. ANÁLISIS DE COSTES

En este apartado se estudian los diferentes factores internos y externos del proyecto para hacer una estimación del coste total del proyecto. Este análisis es necesario para poder estudiar la viabilidad del proyecto [9]. Para hacerlo lo más preciso posible se han estudiado proyectos similares anteriores, la EDT y el registro de riesgos.

Se ha considerado explicar los costes a tener en cuenta en una obra llevada a cabo por el jefe de obra, en el caso del ET, del Teniente Jefe de una sección de ingenieros. A continuación, se explican los diferentes costes y los condicionantes a tener en cuenta:

- Costes de personal: entre los que se definen los diferentes trayectos en los análisis previos y durante la obra, dietas, lugar de emplazamiento, días de trabajo, horas laborables, equipamiento del personal, herramientas, etc.
- Coste material: en el que se contempla el coste de los vehículos, la maquinaria a utilizar y los materiales a adquirir para la construcción del campo.

En el siguiente apartado se explicará con detalle la estimación de costes y su justificación.

La estimación de los costes se ha realizado en función de las siguientes herramientas [9] que se detallan a continuación:

- Juicio de expertos: desarrollado a través de una *Brainstorming*.
- Estimación análoga: a las diferentes obras de construcción que han llevado a cabo las Unidades de Especialidades del ET.
- Estimación ascendente: según los diferentes “trabajos” en la obra se ha realizado un resumen en un nivel superior.
- Estimación por tres valores: se han tenido en cuenta el coste más probable, el más optimista y el más pesimista en función de factores externos como pueden ser: la distancia al lugar de emplazamiento, valor de los materiales en el mercado, precio de combustible, entre otros.

En resumen, la estimación de costes asociada al proyecto asciende a una cantidad de cuatrocientos dieciséis mil ciento treinta y uno con treinta (416.131,30) euros.

| RESUMEN COSTES      |                     |                   |                    |
|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| PERSONAL            | MÁQUINAS            | VEHÍCULOS         | MATERIAL           |
| <b>113.305,40 €</b> | <b>225.810,00 €</b> | <b>6.917,40 €</b> | <b>70.098,50 €</b> |
| COSTE TOTAL         |                     |                   |                    |
| 416.131,30 €        |                     |                   |                    |

*Tabla 3. Costes totales*

Sería necesario realizar un análisis de reserva que incluyese costos adicionales sobre aquellos eventos imprevistos reflejados en el análisis de riesgos, que se solventarán a lo largo del proyecto.

#### **4.1. Costes de personal**

En esta estimación se ha considerado un total de sesenta y cinco (65) días de trabajo, poniendo como ejemplo de unidad ejecutora de la obra a una compañía de especialidades o construcción.

| EMPLEO                 | NÚMERO | DÍAS | IMPORTE | TOTAL              |
|------------------------|--------|------|---------|--------------------|
| OFICIALES/SUBOFICIALES | 13     | 65   | 29,92 € | 25.282,40 €        |
| MPTM                   | 60     | 65   | 22,57 € | 88.023,00 €        |
| TOTAL                  |        |      |         | <b>113.305,4 €</b> |

*Tabla 4. Costes de personal*

En la compañía existirá 1 capitán, con 3 tenientes jefes de sección, 3 suboficiales en cada sección, contando con un total de 60 militares profesionales de tropa o marinería especializados en labores de construcción. Los costes del personal en relación a dietas y manutención, variará en función del empleo, el número de días de trabajo y, en su caso, de los días de baja que el personal solicite.

En función del terreno se han calculado un total 63.450 metros cuadrados destinado al movimiento de tierras. Lo que equivale a una estimación total de 65 días de trabajo.

#### **4.2. Costes de material**

Se ha realizado una diferenciación de los costes de material según la maquinaria destinada a los diferentes trabajos de la obra, los vehículos de transporte y sus medios acoplables, y los materiales adquiridos en el mercado para la construcción de los diferentes sectores. Finalmente, se ha hecho una estimación del coste de los puestos de tirador para la galería de tiro de arma larga o precisión.

En primer lugar, se han analizado los medios necesarios en función al funcionamiento de una compañía de construcción. En función del modelo se han estimados las diferentes cantidades de máquinas necesarias, el consumo de cada una, y las horas de trabajo en los 65 días previstos, en las que se han determinado jornadas laborales con un máximo de ocho horas diarias.

La estimación dependerá del combustible y del número de horas que las máquinas estén en funcionamiento.

| <b>MÁQUINAS</b> |          |         |       |              |                     |
|-----------------|----------|---------|-------|--------------|---------------------|
| MODELO          | CANTIDAD | L/HORAS | HORAS | PRECIO/LITRO | TOTAL               |
| EMPUJADORA      | 6        | 30      | 390   | 1,5          | 105.300,00 €        |
| JCB             | 6        | 14      | 390   | 1,5          | 49.140,00 €         |
| MINIMÁQUINA     | 3        | 6       | 290   | 1,5          | 7.830,00 €          |
| HOLLMAN         | 3        | 11      | 80    | 1,5          | 3.960,00 €          |
| RODILLO         | 3        | 16      | 340   | 1,5          | 24.480,00 €         |
| MOTONIVELADORA  | 3        | 20      | 390   | 1,5          | 35.100,00 €         |
| <b>TOTAL</b>    |          |         |       |              | <b>225.810,00 €</b> |

*Tabla 5. Relación de costes de maquinaria*

Los costes de los vehículos se han diferencia en los traslados de ida y regreso del personal, tomando una distancia a la obra de 600 kilómetros, y los trabajos dentro del complejo de instalaciones, en el que se ha realizado una aproximación. Se tienen en cuenta el consumo de cada vehículo y su relación con el precio.

| <b>VEHÍCULOS</b> |    | <b>TRASLADO IDA Y REGRESO</b> |      |         |          | <b>TRABAJOS</b> |      |         |          |                   |
|------------------|----|-------------------------------|------|---------|----------|-----------------|------|---------|----------|-------------------|
| MODELO           | Nº | L/KM                          | KM's | €/LITRO | SUBTOTAL | L/KM            | KM's | €/LITRO | SUBTOTAL | TOTAL             |
| NISSAN           | 4  | 0,21                          | 600  | 1,35    | 680,4    | 0,21            | 1000 | 1,35    | 1134     | 1.814,40 €        |
| VOLQUETE         | 3  | 0,6                           | 600  | 1,35    | 1458     | 0,6             | 100  | 1,35    | 243      | 1.701,00 €        |
| CAMIÓN/HOLLMAN   | 3  | 0,6                           | 600  | 1,35    | 1458     | 0,6             | 100  | 1,35    | 243      | 1.701,00 €        |
| VEMPAR           | 3  | 0,6                           | 600  | 1,35    | 1458     | 0,6             | 100  | 1,35    | 243      | 1.701,00 €        |
| <b>TOTAL</b>     |    |                               |      |         |          |                 |      |         |          | <b>6.917,40 €</b> |

*Tabla 6. Relación de costes de vehículos*

Los materiales se relatan a continuación, explicando la utilidad de cada uno de ellos.

Una vez realizada la explanada de los diferentes sectores se procederá a verter una capa de zahorra artificial, en una extensión de 3.500 metros cuadrados.

El campo de lanzamientos de granadas contará con 3 muros de protección y el de sector de tiro con armamento pesado con 2 muros de protección elaborados con hormigón HM-25 y mallazo para construcción. Se ha calculado un total de 2 metros cúbicos por muro, elevando la cantidad al coste correspondiente según el número de muros de protección. Se utilizarán sacos terreros que servirán de parapeto para el personal que realice el ejercicio de lanzamiento de granada de mano.

| MATERIALES         | CANTIDAD | EUROS/UNIDAD | TOTAL              |
|--------------------|----------|--------------|--------------------|
| ZAHORRA ARTIFICIAL | 3500     | 18 €         | 63.000,00 €        |
| MALLAZO            | 50       | 2,47 €       | 123,50 €           |
| HORMIGÓN HM-25     | 15       | 82 €         | 1.230,00 €         |
| NEUMÁTICOS         | 100      | 54,95 €      | 5.495,00 €         |
| SACOS TERREROS     | 50       | 5 €          | 250 €              |
|                    |          | <b>TOTAL</b> | <b>70.098,50 €</b> |

*Tabla 7. Materiales de construcción*

Para la instrucción en el interior de edificios, como se ha mencionado con anterioridad, se construirá con neumáticos para la simulación del paso de puertas, ventanas y las paredes que delimiten el perímetro. Se ha establecido un precio estándar, con un total de 100 unidades para su elaboración.

En el campo de tiro de precisión se contará con diferentes puestos de tirador, en el que serán también necesarios los materiales mencionados.

## 5. ANÁLISIS DE RIESGOS

### 5.1. Gestión de riesgos del proyecto

Para identificar los riesgos [9], se han considerado esenciales tres herramientas fundamentales:

*Brainstorming:* durante el estudio de la viabilidad del proyecto los miembros cercanos a éste han aportado sus ideas identificando posibles riesgos que pudieran afectar a los diferentes ámbitos del mismo. También han sido esenciales los conocimientos aportados por la colaboración de la Brigada Guadarrama XII “El Goloso” y el Regimiento de Especialidades en Salamanca.

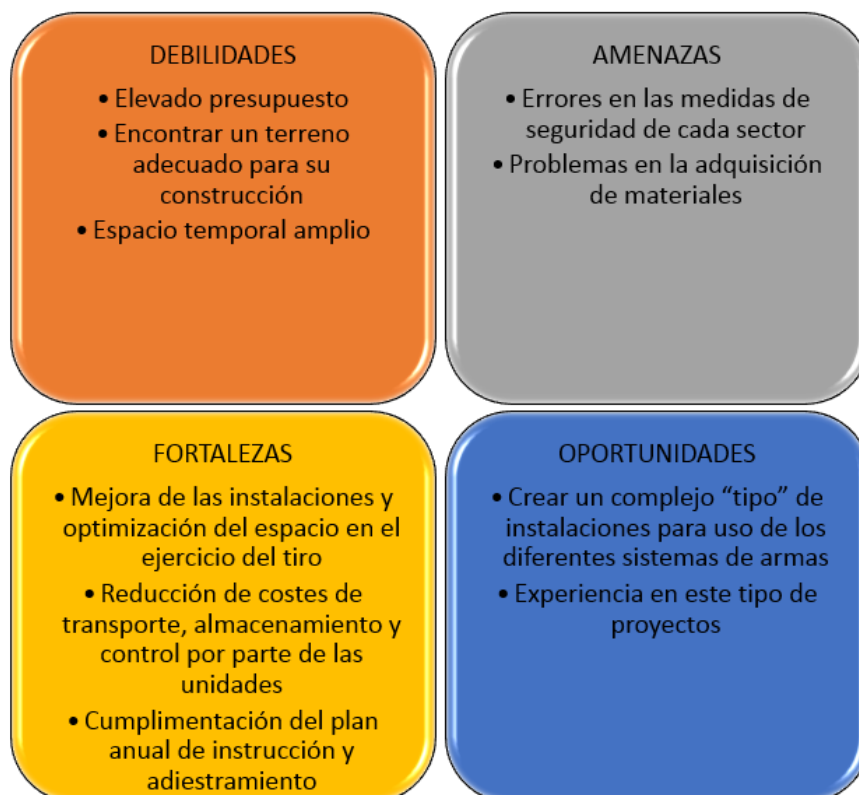
Análisis DAFO: Se han identificado las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades. Ver **[Imagen 17]**.

En relación a las debilidades que podemos encontrar se ha identificado como riesgo más importante la estimación de los costes, al suponer una variación elevada de los costes que se tenían previstos.

Los errores en las medidas de seguridad dentro del complejo de instalaciones suponen una gran amenaza por ser parte esencial en el estudio del presente proyecto. Esta amenaza se solventará con una optimización de las instalaciones y del espacio del terreno. Se reducirán los costes de transporte y almacenamiento al

tener todas las posibilidades de tiro y capacidades en un espacio de terreno donde cada sector de tiro dista poca distancia del contiguo.

Todo esto servirá para la cumplimentación del plan de instrucción y adiestramiento anual de las unidades y así tener una línea de futuro en este tipo de proyectos. Experiencia que nos servirá para determinar qué complejos e instalaciones son necesarios para cada tipo de sistema de arma.



*Imagen 17. Análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades. "Fuente propia".*

## 5.2. Matriz de riesgos

A continuación, se analizarán los posibles riesgos [9] a los que se podría enfrentar el proyecto.

En el estudio realizado se exponen diversos motivos que imposibilitarían el correcto desarrollo del proyecto y que influirían notablemente en el resultado final del mismo. Es por eso que, para cada uno de estos supuestos, se ha ideado una medida a adoptar en caso de que éstos ocurran, con el objetivo de reducir el impacto que puedan provocar sobre nuestro proyecto.

Los riesgos a los que nos podemos enfrentar pueden aparecer tanto al comienzo como en las últimas fases del proyecto, y todos ellos originarían retrasos, defectos en la calidad de la obra e incluso se podría dar el caso en el que lo más sensato sería abandonar el proyecto. Por ello, se debe poner especial atención y



emplearse a fondo en la búsqueda de posibles riesgos y la habilitación de un plan de contingencia para paliar sus efectos.

Estos riesgos podrían producir un alto grado de impacto, y tendríamos que entrar en el estudio de la probabilidad de ocurrencia. Esto nos permitirá hacer una clasificación para una mejor visualización de los mismos, destacando aquellos en los que la relación probabilidad/ocurrencia sea mayor. Es decir, con todo esto buscamos identificar los supuestos que probablemente sucedan y que, además, podrían suponer un grave riesgo para nuestro proyecto.

|             |   | Impact      |        |        | Statistic               |    |
|-------------|---|-------------|--------|--------|-------------------------|----|
|             |   | Low         | Medium | High   | Risk-Class              | Nr |
| Probability | 3 | 0           | 0      | 1      | High (red)              | 1  |
|             | 2 | 1           | 2      | 1      | High to Medium (orange) | 1  |
|             | 1 | 1           | 1      | 2      | Medium (yellow)         | 6  |
|             |   | Low (green) | 1      | Total: | 9                       |    |

*Imagen 18. RISK ASSESMENT-MEASURE LIST [11]. "Fuente propia".*

Como podemos observar en la Matriz de Riesgos [Imagen 18] e [Imagen 19], existen un total de nueve riesgos que podrían afectar al estudio y proyección de un complejo de instalaciones destinadas al ejercicio del tiro. De estos riesgos, uno es de alto nivel, por lo que es prioritario aplicar medidas para reducir la probabilidad de que se produzca. Siete de los riesgos son de nivel medio, por lo que no son de máxima prioridad aunque si la reducción del riesgo se puede subsanar sin mucho coste es preferible corregirlos. Y por último, un único riesgo de nivel bajo, que en caso de poder solucionarlo se haría, pero no supone un gran problema dado el tipo de riesgo.

| Project Name:   |                                                                                         | CAMPO DE TIRO MULTIPROPÓSITO                    |                                                                                                                               |                            | Team:               |            | Caballero Alférez Cadete<br>Jaime Salcedo Gómez                                                                         |                                                                                                       |  |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Project Leader: |                                                                                         | Caballero Alférez Cadete<br>Jaime Salcedo Gómez |                                                                                                                               |                            |                     |            | Start Date: 01 - 07 -<br>2015                                                                                           |                                                                                                       |  |
| ID              | Risk Description                                                                        | Risk categories                                 | Reason for risk                                                                                                               | Impact (low, middle, high) | Probability (1,2,3) | Risk-class | Risk Effects                                                                                                            | Measure                                                                                               |  |
| 1               | Falta de interés por parte del Ministerio de Defensa                                    | Requerimientos cliente                          | El Ministerio de Defensa no ve viable o útil el proyecto de integración de campos de tiro                                     | H                          | 3                   | 3H         | El proyecto no sale adelante                                                                                            | Ofrecerlo a empresas civiles, ejércitos extranjeros, entre otros                                      |  |
| 2               | No encontrar ninguna unidad que quiera llevar a cabo el proyecto                        | Requerimientos cliente                          | No existe interés por parte de ninguna unidad del Ejército por completar su plan de instrucción sin la necesidad del proyecto | M                          | 2                   | 2M         | Retraso en el proyecto. Habría que imponer la construcción del campo a una unidad si el MINISDEF quiere llevarla a cabo | Explorar las unidades que necesitan del campo y que pueda cumplir los requisitos para su construcción |  |
| 3               | El terreno no cumple las condiciones óptimas para la construcción                       | Requerimientos cliente                          | La geología del proyecto no es la correcta o existen fallos en el estudio del terreno                                         | H                          | 1                   | 1H         | Sobrecostos y cambio de localización para su construcción                                                               | Cambio de posición para su construcción                                                               |  |
| 4               | Incompatibilidad de las medidas de seguridad de los sectores                            | Desarrollo                                      | El hecho de existir varios campos de tiro cercanos impide que se cumplan las medidas de seguridad vigentes                    | H                          | 1                   | 1H         | Probabilidad de riesgos de rebotes o peligro durante los ejercicios de tiro                                             | Ampliar el espacio del complejo. Estudio minucioso de las medidas de seguridad                        |  |
| 5               | Las unidades de especialidades no poseen las capacidades para la construcción del campo | Desarrollo                                      | Las capacidades de las unidades de especialidades no pueden hacer frente al proyecto por incapacidad de medios                | L                          | 2                   | 2L         | El ejército no puede llevar a cabo el proyecto por sus propios medios                                                   | Externalización. Vender el producto al mercado                                                        |  |

|   |                                                                              |            |                                                                                              |   |   |    |                                                                                                                                     |                                                                                                                              |
|---|------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 | Problemas en la adquisición de los materiales o en la subcontratación        | Compras    | Falta de presupuesto o sobrecostes en la adquisición de los materiales                       | M | 1 | 1M | No se puede llevar a cabo el proyecto y habría que ampliar el mercado de adquisición con empresas no familiarizadas con el ejército | Explorar el mercado en busca de otras empresas que puedan proporcionar los materiales adecuados                              |
| 7 | Fallo en las pruebas de calidad durante la construcción del campo            | Calidad    | Fallos en el diseño del campo de tiro                                                        | M | 2 | 2M | Retraso en el proyecto. Habría que replantear la construcción del campo                                                             | Control continuado de los indicadores de calidad. Marcar hitos durante el proyecto para comprobar el correcto funcionamiento |
| 8 | Fallo en los sistemas <i>software</i> de los blancos SAAB y el sistema LOMAH | Ingeniería | Que los blancos estén defectuosos de fábrica o no tengamos conocimiento de su funcionamiento | L | 1 | 1L | Que los blancos no cumplan las funciones que exigen los usuarios                                                                    | Tener informáticos propios con los conocimientos suficientes para resolver el problema                                       |
| 9 | Aparición de sobrecostes                                                     | Compras    | Debido a fallos en la planificación o el inadecuado cumplimiento de los trabajos             | H | 2 | 2H | Retraso en los plazos de ejecución                                                                                                  | Tener un elevado control de costes. Realizar continuos estudios de la viabilidad financiera del proyecto                     |

Imagen 19. RISK ASSESMENT-MEASURE LIST [11]. "Fuente propia".

Los supuestos considerados de alto riesgo y que por tanto deberán ser tomados en consideración durante el desarrollo del proyecto son los siguientes:

En primer lugar, la cancelación del proyecto por alguno de los actores que incurren en este proyecto. Desde el Ministerio de Defensa hasta la propia Unidad que lleva a cabo el proyecto. También se ha considerado que el terreno podría no ser apto para la construcción debido a la composición de los suelos, lo que haría replantear desde un principio la viabilidad del proyecto, teniendo que realizar los cambios oportunos para su reajuste al terreno. Además, la aparición de grandes sobrecostos durante el desarrollo de las obras podría acarrear problemas para finalizar con éxito el proyecto.

Todos estos factores, entre otros, son riesgos que podrían suponer un retraso o incluso la imposibilidad de realizar un proyecto de la envergadura que supone la construcción de un campo de tiro.

## **6. PLAN DE CALIDAD DEL PROYECTO**

El control de calidad [9] comprende aquellas acciones de comprobación de que la calidad esté de acuerdo con los requisitos predeterminados. El control de calidad de la obra comprende los aspectos siguientes:

- Calidad de materias primas.
- Calidad de equipos o materiales suministrados a obra, incluyendo su proceso de fabricación.
- Calidad de ejecución de las obras.
- Calidad de la obra terminada.

### **6.1. Organización de la unidad de calidad.**

En general, el servicio de Aseguramiento de Calidad de una obra estará formado por personal del Regimiento de Especialidades del ET, con adecuada autoridad en la obra y que colaborará y asesorará al Jefe de Obra.

El Jefe de Obra, si lo estima necesario, podrá ordenar en cualquier momento la realización de ensayos. Clasificado el material por lotes, los ensayos se efectuarán sobre muestras tomadas de cada lote, de forma que los resultados que se obtengan se asignarán al total del lote.

Cuando una muestra no satisfaga un ensayo, se repetirá éste mismo sobre dos muestras más del lote ensayado. Si también falla uno de estos ensayos, se rechazará el lote ensayado, aceptándose si el resultado de ambos es bueno.

#### **6.1.1. Procedimientos aplicables.**

Se deben de utilizar en lo posible normas españolas [3] cuyos procedimientos de ensayo y parámetros mecánicos sean asequibles y fácilmente asimilables por el personal de control de calidad (Normas UNE). Otros procedimientos no desarrollados en normas españolas, pero que pueden ser de aplicación son los correspondientes a:

- Normas alemanas: DIN
- Normas francesas: AFNOR o LCPC
- Normas suizas: SNV

- Normas estadounidenses: ASTM o AASHO
- Normas británicas: BS

## 6.2. Programa de control de calidad.

Para llevar a cabo un control de calidad a lo largo de la obra se expone a continuación un Control de Calidad de las obras en función de dos factores:

- Suelo seleccionado
- Control de los materiales

Para este control de calidad se han determinado los diferentes ensayos:

- 1 Proctor modificado **[Imagen 20]**, por cada 1.000 m<sup>3</sup> de material, para analizar la máxima densidad que el suelo es capaz de alcanzar.



*Imagen 20. Ensayo Proctor modificado. "Fuente: <http://www.valuoselsalvador.com>"*

- 1 Análisis granulométrico, por cada 1.000 m<sup>3</sup> de material, para determinar las diferentes clases de material y su naturaleza química, según tamaños, con el uso de tamices normalizados.
- 1 Límites de Atterberg, por cada 2.000 m<sup>3</sup> de material (explicado con anterioridad).
- 1 Índice CBR, por cada 5.000 m<sup>3</sup> de material, para analizar la capacidad portante del suelo.
- 1 determinación de la densidad y la humedad "in situ", por cada 200 m<sup>3</sup> de material compactado, que variará en función de las características meteorológicas del ambiente.
- Zahorra Artificial ZA-25, para la base de los campos de tiro de cero (0) a veinticinco (25) milímetros.

### 6.2.1. Hormigones

Según la "Instrucción de hormigón estructural" EHE [10] sobre las amasadas del hormigón a emplear en la obra se realizará la determinación de la resistencia del hormigón.

Una determinación de resistencia o serie de probetas, comprende el siguiente conjunto de operaciones:

- Desplazamiento del equipo encargado del aseguramiento de la calidad a obra.
- Toma de muestras de hormigón fresco.
- Determinación de la consistencia, mediante el ensayo de asiento en el cono de Abrams **[Imagen 21]**.



*Imagen 21. Ensayo cono de Abrams. "Fuente: <http://www.archiproducts.com>"*

- Enmoldado de una serie de cuatro probetas diámetro 15 por 30 centímetros.
- Recogida de la serie de probetas, para su transporte a la cámara húmeda del laboratorio.
- Desmoldeo, marcado, curado en la cámara húmeda, refrentado y rotura a compresión de la serie de probetas.

Los ensayos de control del hormigón son preceptivos en todos los casos y tienen por objeto comprobar que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la de proyecto.

En realidad este tipo de control solamente debería aplicarse al hormigón de carácter estructural.

De acuerdo con la tabla 88.4.a. de la EHE se controlarán 2 amasadas por cada lote de 100 m<sup>3</sup> de hormigón. Es decir, se realizará una serie de probetas por cada 50 m<sup>3</sup> de hormigón del tipo estructural (HA-25). El resto de los hormigones, de carácter no estructural, se controlarán mediante una serie por cada 100 m<sup>3</sup> de hormigón. En total se estima que serán necesarias 12 determinaciones de resistencia (cada determinación consta de una serie de 4 probetas).

### 6.3. Normas de seguridad en la construcción.

Durante la ejecución de las obras se asume la posibilidad de que el personal pueda ser objeto de accidentes laborales. Para ello se cumplimentarán las normativas correspondientes, en especial la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales [12]. Es por ello que, en la búsqueda de reducir la siniestralidad laboral, se ha elaborado un listado de riesgos más frecuentes, con la finalidad de conocerlos, así como una serie de directrices técnicas para poder evitar, en la medida de lo posible, la mayor parte de ellos ya que no podemos pretender evitarlos completamente.

Entre los riesgos más frecuentes podemos encontrar accidentes por manejo de herramientas, accidentes en el manejo de maquinaria pesada, lesiones por manipulación de materiales abrasivos e incendios.

Para ello, se han marcado unas directrices técnicas de seguridad que se exponen a continuación:

- El personal a pie se mantendrá a una distancia de 4 metros como mínimo de las máquinas cuando estén en funcionamiento.
- Los recorridos e itinerarios a recorrer por los vehículos y maquinaria serán previamente señalizados y acotados, quedando a una distancia mínima de 15 metros de otros tajos donde trabaje personal de a pie.
- La maquinaria irá provista tanto de dispositivos de señalización acústica como luminosa, con el fin de ser fácilmente localizable.
- En los trabajos donde se combinen varios vehículos y máquinas, el jefe de tajo coordinará el tráfico de éstos para evitar colisiones y accidentes.
- Los acopios de materiales nunca se dispondrán de tal forma que obstaculicen los lugares de paso.
- Todo el material se encontrará perfectamente recogido en su punto de almacenado, cuando no esté siendo utilizado. Para ello se designará previamente un lugar señalado para el almacén de materiales.
- El personal que utilice herramienta ligera de corte o percusión irá provisto de elementos que le protejan las partes del cuerpo no cubiertas y en especial los oídos.
- El personal que manipule mezclas a base de cemento irá provisto de guantes y botas, así como de prendas que le protejan las partes del cuerpo no cubiertas.
- La uniformidad será el mono de trabajo con chambergo, ceñidor, botas de seguridad y chaleco de alta visibilidad.

La protección individual es labor de cada persona [12] durante la construcción del campo, y será el jefe de obra el encargado de supervisar que cada trabajador cumple con las siguientes restricciones:

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de protección.
- Mascarilla con filtro químico (para manipulación de líquidos inflamables y tóxicos).

El personal que manipule sustancias corrosivas, equipos y herramientas de corte o percusión, para garantizar la máxima seguridad, deberá ir provisto del equipo anteriormente nombrado.

#### **6.4. Señalización.**

Para que la aplicación de la Norma 8.3-1C, "Señalización de Obras" [13] se pueda efectuar con mayor facilidad, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento ha considerado oportuno efectuar la redacción de una serie de ejemplos prácticos, que siguiendo las pautas y especificaciones de la Norma, puedan servir a los responsables de las obras para efectuar su señalización, en cada uno de los casos considerados, siguiendo lo indicado en los ejemplos.

La señalización de los ejemplos es la mínima recomendada, pudiendo en función de la seguridad vial aumentarla, tanto en número como en dimensiones o balizamientos luminosos. Asimismo, el Director de obra podrá, según su criterio y por causas fundamentadas, variar o adaptar a su obra la señalización indicada con los criterios básicos prescritos en la Norma.

Los elementos de balizamiento reflejados en el catálogo de la Norma son indicativos, pudiendo emplearse otros que cumplan igualmente las funciones a que se destinan.

Las señales deberán tener las dimensiones mínimas especificadas en la Norma, y ser siempre reflectantes, como mínimo con el nivel 1 (según normas UNE). Las señales se podrán colocar mediante trípodes o elementos de sustentación similares, a alturas inferiores a 1 m cuando la duración de las obras o cualquier otra circunstancia lo aconseje. El color amarillo que distingue las señales de obra de las normales, solamente se debe emplear en las señales con "fondo blanco".

En las obras en las que la señalización provisional esté implantada durante las horas nocturnas, las señales y los elementos de balizamiento no sólo serán reflectantes, sino que deberán ir acompañados de los elementos luminosos.

Para garantizar la seguridad tanto de los usuarios como del personal de obra, la colocación y retirada de la señalización y balizamiento se realizará de acuerdo con las recomendaciones que vienen definidas en el anejo de seguridad y salud.

Una vez que las obras se hayan terminado, el conjunto de instalaciones y dependencias construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, deberá ser removido y los lugares de su emplazamiento, restaurados a su forma original.

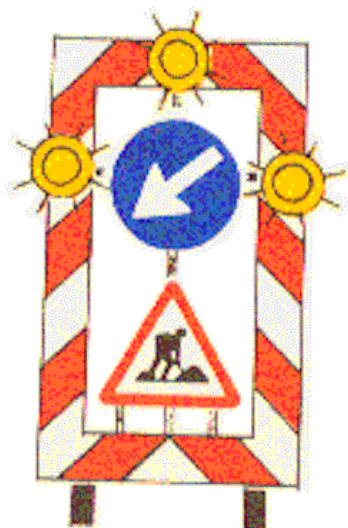
##### **6.4.1. Requerimientos de señalización.**

La señalización de Seguridad y Salud en el lugar de trabajo debe ser un medio que sirva para identificar y evitar los riesgos [14], y debe estar presente siempre que estos riesgos no puedan evitarse suficientemente a través de la protección colectiva o la organización del trabajo.

En función de la duración del riesgo, la señalización se hará por medio de señales en forma de paneles, señal luminosa, acústica o mediante comunicación verbal o gesticular.



Algunos de los elementos a emplear pueden ser:



*Imagen 22. Balizamientos para señalización de una obra. "Fuente [13]".*

Las señales deberán tener las dimensiones mínimas especificadas en la Norma, y ser siempre reflectantes, como mínimo con el nivel 1 (según normas UNE).

Las señales se podrán colocar mediante trípodes o elementos de sustentación similares, a alturas inferiores a 1 m cuando la duración de las obras o cualquier otra circunstancia lo aconseje.



*Imagen 23. Tipos de señales. "Fuente [13]".*

El color amarillo que distingue las señales de obra de las normales, solamente se debe emplear en las señales con "fondo blanco", las de advertencia de peligro, prioridad, prohibición y fin de prohibición, así como en el fondo de las señales de carriles y las de, dentro del apartado de orientación, de preseñalización y dirección. Por tanto las señales como dirección obligatoria, cuyo fondo es azul, STOP o dirección prohibida, cuyo fondo es rojo, etc. Serán iguales que las normales. Los paneles complementarios deberán tener el fondo amarillo.

### **6.5. Seguridad y salud.**

En aplicación del Real Decreto 1627/97 sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, se redacta un estudio de Seguridad y Salud.

Se dispondrá tanto de medios colectivos como de protección individual.

Medios de protección colectiva [14] a emplear en la obra:

- Señales de seguridad
- Cinta de delimitación de la zona de trabajo
- Señales de balizamiento
- Tope retroceso
- Barandillas
- Valla peatonal
- Extintor de polvo
- Pasarelas sobre zanjas
- Escaleras
- Señalista
- Tapas provisionales para arquetas y pozos
- Boya destellante con célula fotoeléctrica

Medios de protección individual a utilizar en la obra:

- Casco de seguridad
- Gafas contra impactos
- Gafas anti-polvo
- Mono o buzo de trabajo
- Impermeable
- Guantes de cuero
- Guantes de goma finos
- Botas de seguridad
- Botas de agua
- Fajas
- Cascos protectores auditivos
- Mascarilla respiración antipolvo
- Filtro mascarilla antipolvo
- Pantalla de seguridad soldador
- Rodilleras
- Chaleco super reflectante

#### **6.5.1. Plan de apoyo sanitario.**

En el caso en que durante el desarrollo de las obras se produzca un accidente, se trasladará al accidentado lo antes posible al Hospital más cercano, en el caso de que el propio equipo médico presente no pueda resolver la situación con sus propios medios. En caso de gravedad, se avisará a los servicios de urgencias (112) para que se encarguen de su evacuación y traslado.

##### a) Reconocimiento médico

Se dispondrá de un equipo que realice reconocimientos médicos según lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Todos los operarios que empiecen a trabajar en la obra, pasarán un reconocimiento médico previo que será repetido en el periodo de un año.

Se garantizará la potabilidad del agua destinada al consumo de los trabajadores.

b) Botiquín de obra

En el tajo de la obra se dispondrá de un botiquín de primeros auxilios, que será revisado mensualmente reponiéndose los elementos necesarios.

c) Prevención de riesgos de daños a terceros

Con el fin de evitar posibles accidentes a terceros, se colocarán las oportunas señales de advertencia de salida de camiones y maquinaria [12], así como de limitación de velocidad en la carretera, tomando en cada caso las medidas de seguridad necesarias.

## 7. CONCLUSIONES

### 7.1. Conclusiones del proyecto

El estudio de un campo de tiro multipropósito en el que poder emplear todos los sistemas de armas que pertenecen al Ejército de Tierra, se fundamenta en la necesidad de mejorar la instrucción y el adiestramiento de nuestros soldados para mejorar sus capacidades en las misiones nacionales e internacionales de las que España forma parte.

Desde el inicio del proyecto, el punto de partida fue valorar la necesidad de la BRIMZ "GUADARRAMA XII" y con qué medios contaba para su elaboración. En primer lugar se comprobó la incompatibilidad de las medidas de seguridad que marcan las normas e instrucciones del Ejército anulando la posibilidad de crear un campo de tiro de dimensiones similares a un campo de tiro estándar por no cumplir los requisitos de seguridad para los usuarios.

Posteriormente, se optó por elaborar un complejo de instalaciones en el cuál se desarrollasen los ejercicios de tiro de cada unidad. En este análisis se comprobó que se cuenta con las capacidades para su construcción y basando el análisis en determinar cada uno de los puntos necesarios para que "en un futuro" el campo de tiro multipropósito sea una realidad.

- En primer lugar, se ha comprobado la incompatibilidad de las mínimas de seguridad de un mismo campo de tiro estándar si se lleva a cabo el uso de todo el armamento con el que cuenta el Ejército de Tierra.
- En segundo lugar, planteado la posibilidad y, consecuentemente, elaborando un análisis de cómo podría ejecutarse un "complejo" de diferentes campos de tiro según su finalidad, se han definido las dimensiones y se ha estudiado la estructura de cómo podría ejecutarse un campo de tiro multipropósito según las diferentes perspectivas de un plan de calidad de una obra de movimiento de tierras o edificación; planificación, estimación de costes, entre otras.
- Es necesaria una regulación específica del uso de un campo de tiro multipropósito, al existir la posibilidad de ser usada por diferentes unidades, en el mismo espacio de tiempo y con el uso de diferente armamento. Una correcta coordinación dentro del complejo es fundamental.

- Por último, una adecuada gestión en la puesta en marcha de estos campos de tiro y en su continuación sería de indudable valor, al permitir una reducción de los costes que supondría desempeñar los cometidos de adiestramiento en distintos lugares de la geografía nacional, una oportunidad para llevar a cabo una obra de construcción de amplias dimensiones, lugar de cooperación entre unidades del propio ejército y de colaboración con los diferentes Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado y otros países.

## 7.2. Líneas de trabajo futuras

A continuación se recogen una serie de posibles líneas de trabajo futuras que surgen de los resultados y conclusiones obtenidas en éste podría ser:

- En primer lugar, la optimización de los campos de maniobra pertenecientes al Ejército de Tierra.  
Cada vez son más escasas las zonas de terreno donde el Ejército puede hacer uso de sus sistemas de armas sin que existan factores externos que dificulten estos ejercicios, como por ejemplo, la demanda de las unidades en un mismo espacio de tiempo, los horarios de apertura y cierre de fuego, medidas de seguridad según armamento, entre otras.  
Habría que hacer un estudio más exhaustivo de los factores que limitan el libre uso de los campos de tiro y de los sistemas de armas que se hace uso en los mismos.
- Podría llevarse a cabo un estudio más detallado de los ejercicios de tiro a realizar según el armamento a utilizar, lo que supondrá una clara mejora en la preparación del personal.
- Realizar una normativa que regule los campos de tiro multipropósito, así como los plazos de ejecución y la evaluación de los ejercicios de tiro, con el objetivo de optimizar espacios y recursos
- Una continuación en el perfeccionamiento del presente proyecto supondría, en caso de materializarse, un ahorro en la gestión del tiempo por parte de los mandos de las unidades, centralizando todos los ejercicios en un mismo espacio. Dicha centralización, conllevaría una reducción de costes a la hora de formar al personal y facilitaría la gestión de los recursos de los que disponen.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ejército de Tierra, "Dirección y gestión de los capos de maniobra y tiro del Ejército de Tierra", en Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2012.
- [2] Ejército de Tierra, "Normativa de empleo de CENAD/CMT por empresas civiles", *Norma técnica 03/12*, en Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2012.
- [3] Ministerio de Defensa, "Reglamentos de campos de tiro", en Estado Mayor Central, 1958.
- [4] Ejército de Tierra, "Medidas generales de seguridad en ejercicios de adiestramiento con fuego real (LFX)", en Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2009.
- [5] Programa de Diseño Gráfico y Modelado Sketchup. Descarga disponible en: <http://www.sketchup.com/es/download>.
- [6] B.O.E, "Características y medidas de seguridad en galerías y campos de tiro, *Núm. 55*, 1993.
- [7] Federación Internacional de Tiro Deportivo, "Reglamento técnico general para todas las modalidades de tiro", 2005.
- [8] Manual de blancos de carro de combate XB18 y XB37, 2011.
- [9] Centro Universitario de la Defensa (Academia General Militar), Material didáctico de la Asignatura "Oficina de Proyectos para la Ingeniería en Organización Industrial", Zaragoza, 2012.
- [10] Departamento de Castramentación y Vías de Comunicación, "*Apuntes de la asignatura*" (Curso escolar 2008-2009), En Academia de Ingenieros, Hoyo de Manzanares (Madrid), 2008-2009.
- [11] Acero, R. y Sancho, J., Plantilla para la realización del *Risk Assesment-Measure List*, 2013.
- [12] Gobierno de España, "Prevención de riesgos laborales", en el Ministerio de Fomento, 2005.
- [13] Gobierno de España, "Señalización de obras", *Norma 8.1-IC*, en Ministerio de Fomento, 2016.
- [14] Gobierno de España, Real Decreto 1627/1997, "Disposiciones mínimas de

seguridad y de salud en las obras de construcción", 1997.

[15] Ejército de Tierra, "Dirección y gestión de los campos de maniobra y tiro del Ejército de Tierra", en Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2012.

[16] Ejército de Tierra, "Centros de adiestramiento y campos de maniobra y tiro como medios de apoyo a la instrucción y adiestramiento", en Estado Mayor del Ejército, 2008.

## ANEXO 1. LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

**AASHO.** Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (*American Association of State Highway and Transportation Officials*).

**AFNOR.** Organización Nacional Francesa para la estandarización. (*Association française de Normalisation*).

**AML.** Ametralladora ligera.

**AMP.** Ametralladora pesada.

**ASTM.** Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (*American Society for Testing and Materials*).

**B.O.E.** Boletín Oficial del Estado.

**BAE.** Base, Acuartelamiento y Establecimiento.

**BRIAC.** Brigada acorazada.

**BS.** Institución de la normativa británica (*British Standards Institution*).

**CC.** Carro de combate.

**CENAD.** Centro de adiestramiento y doctrina.

**CMT.** Campo de Maniobra y Tiro.

**CT.** Campo de tiro.

**DAFO.** Debilidades, amenazas fortalezas y oportunidades.

**DIEN.** Dirección de enseñanza.

**DIN.** Instituto Alemán de Normalización (*Deutsches Institut für Normung*).

**EDT.** Estructura Desglose de Trabajo.

**EHE.** Instrucción Española del Hormigón Estructural.

**ET.** Ejército de Tierra.

**FCSE.** Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado.

**HA.** Hormigón armado.

**IG.** Interés general.

**ISSF.** Federación Internacional de tiro deportivo (*International Shooting Sport Federation*).

**JCB.** Mini-máquina.

**LAG.** Lanzagranadas.

**LCPC.** *Licensed Clinical Professional Counsellor*.

**LFX.** Adiestramiento con fuego real.

**LOMAH.** Localización “dispara y olvida” (*Location Of Miss And Hit*).

**MADOC.** Mando de Adiestramiento y Doctrina.

**MINISDEF.** Ministerio de Defensa.

**NOP.** Norma operativa.

**PEXT.** Prácticas externas.

**SAAB.** Sociedad Anónima de Aeroplanos Suecos.

**SIAPRE.** Sistema de Apoyo a la Preparación.

**SNV.** *Netherlands Development Organisation*.

**TFG.** Trabajo fin de grado.

**UNE.** Una Norma Española.

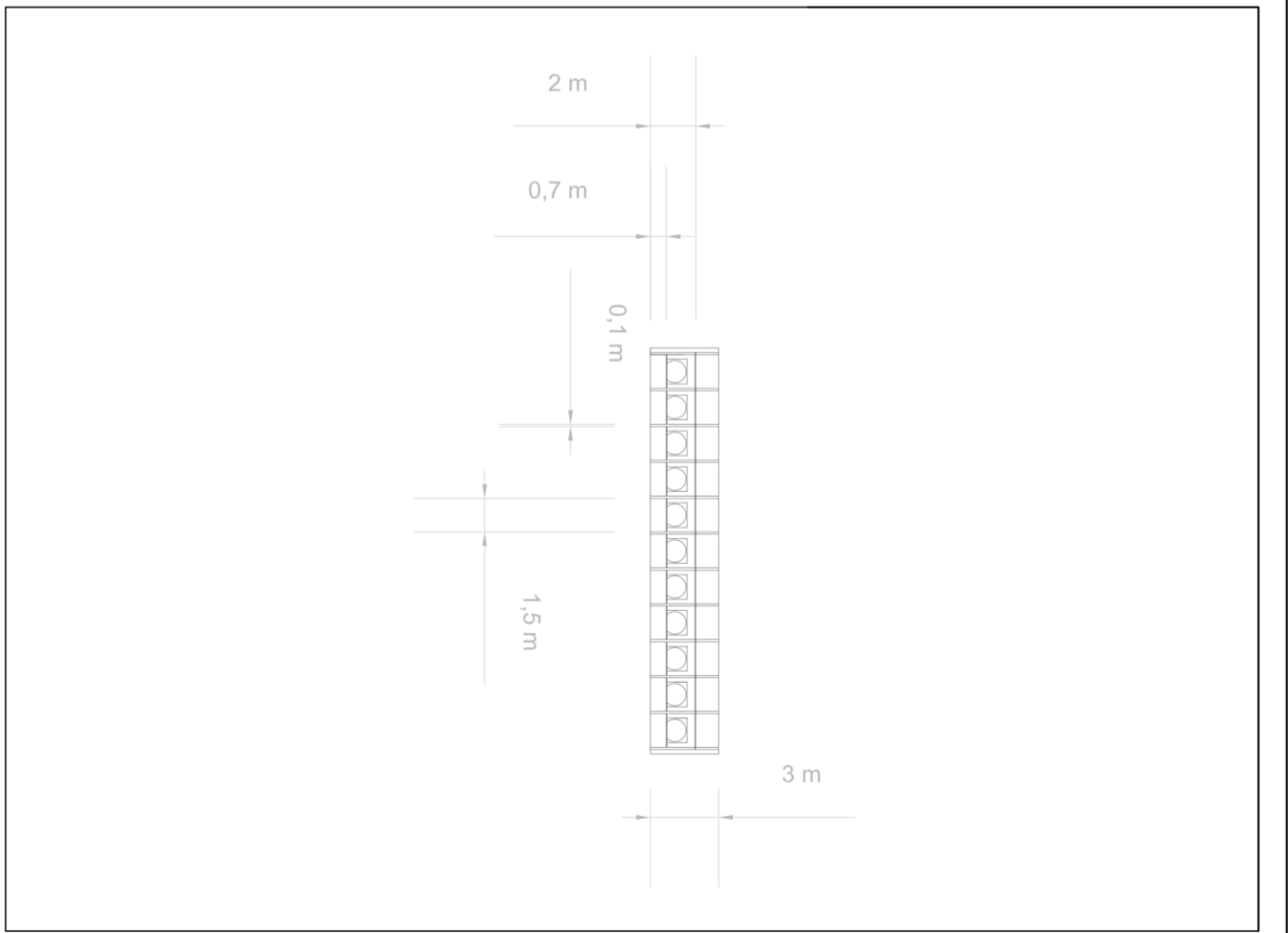
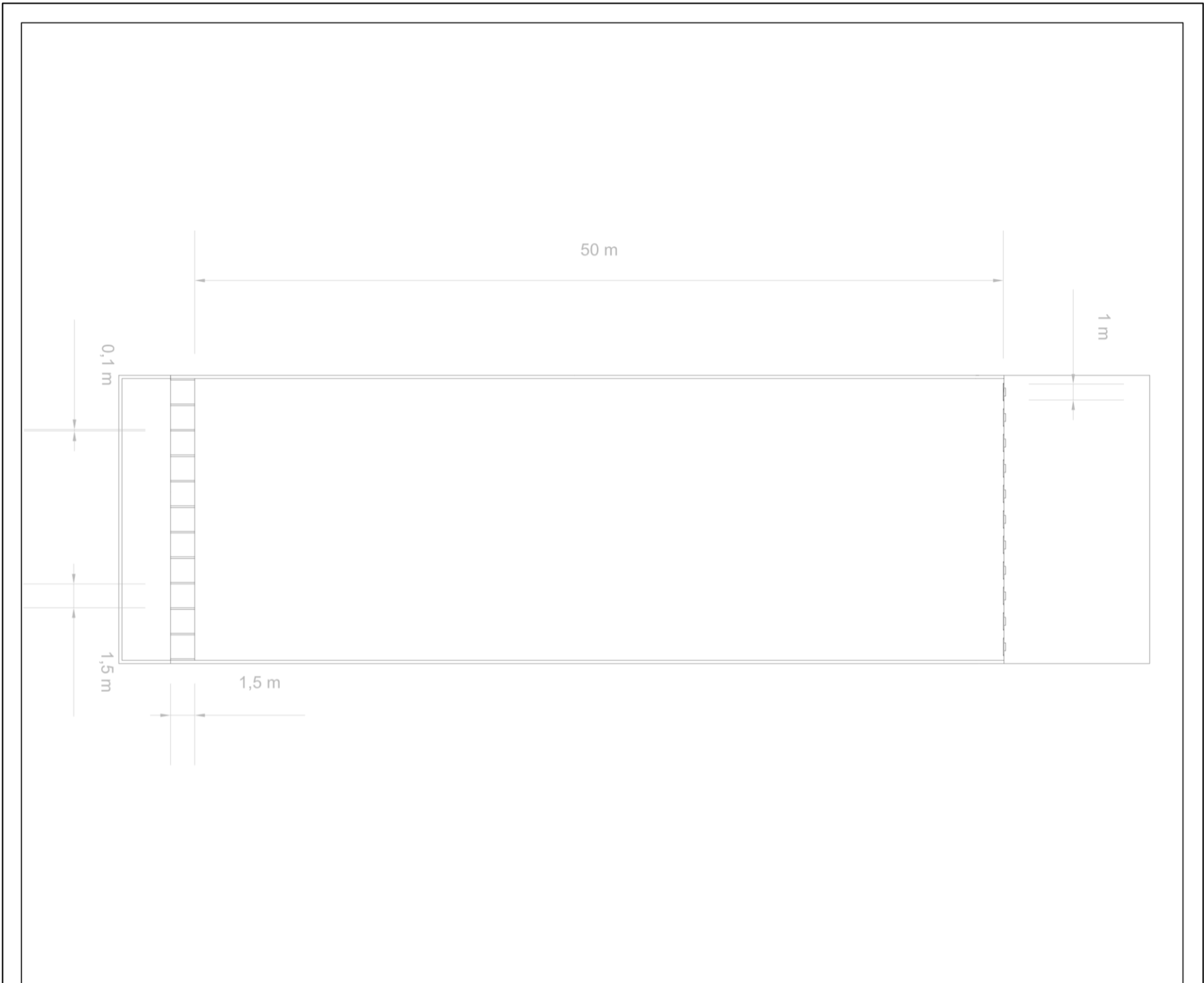
**VCI.** Vehículo de combate de infantería.

**VEMPAR.** Vehículo Especial Multi-Plataforma de Abastecimiento y Recuperación.



## **ANEXO 2. PLANOS**

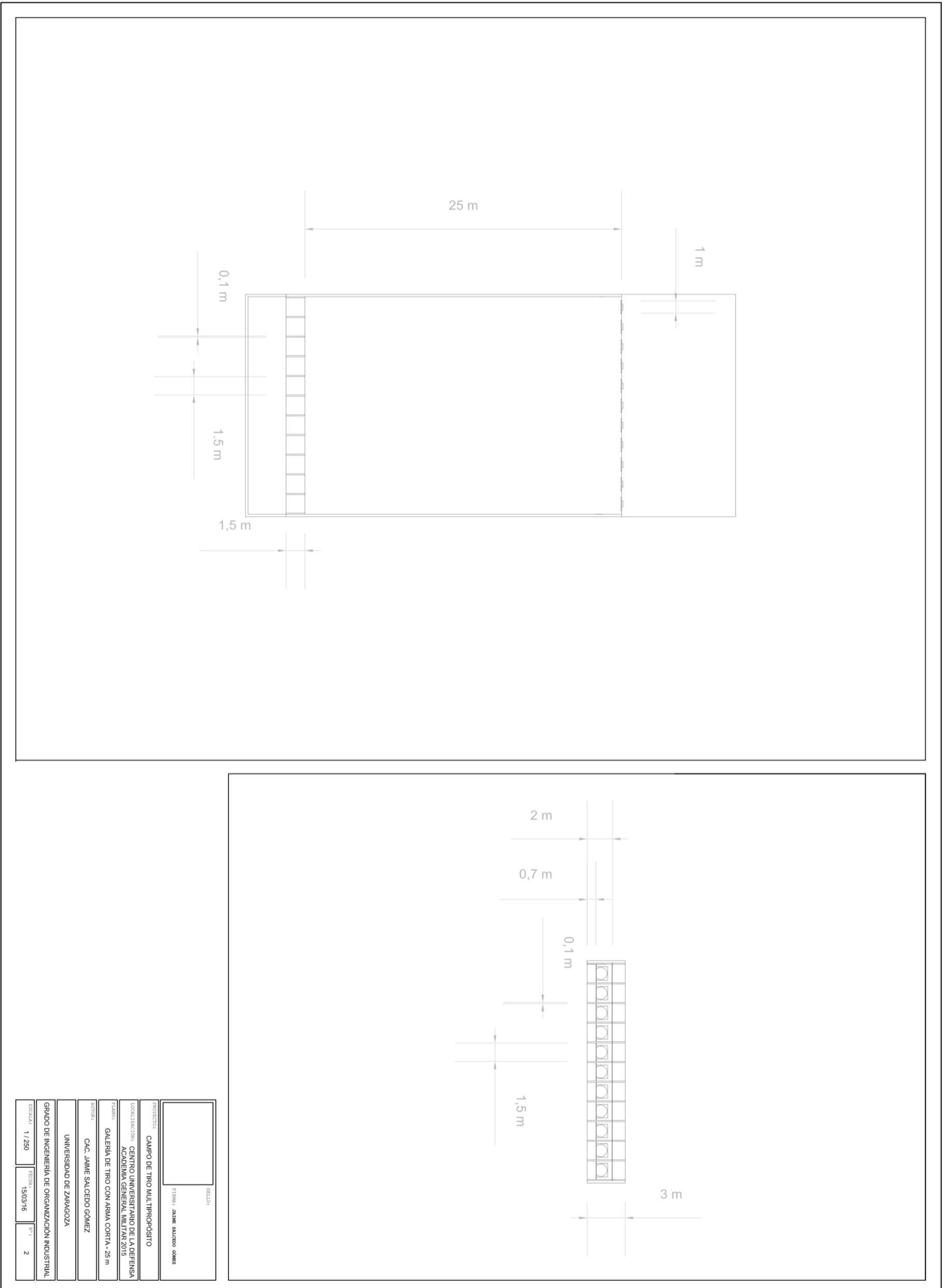
### PLANO 1. GALERÍA DE TIRO DE 50 METROS CON ARMA CORTA



|               |               |
|---------------|---------------|
| SELO:         | SELO:         |
| PROYECTO:     | PROYECTO:     |
| LOCALIZACIÓN: | LOCALIZACIÓN: |
| AUTORE:       | AUTORE:       |
| ESCALA:       | ESCALA:       |
| FECHA:        | FECHA:        |
| Nº:           | Nº:           |

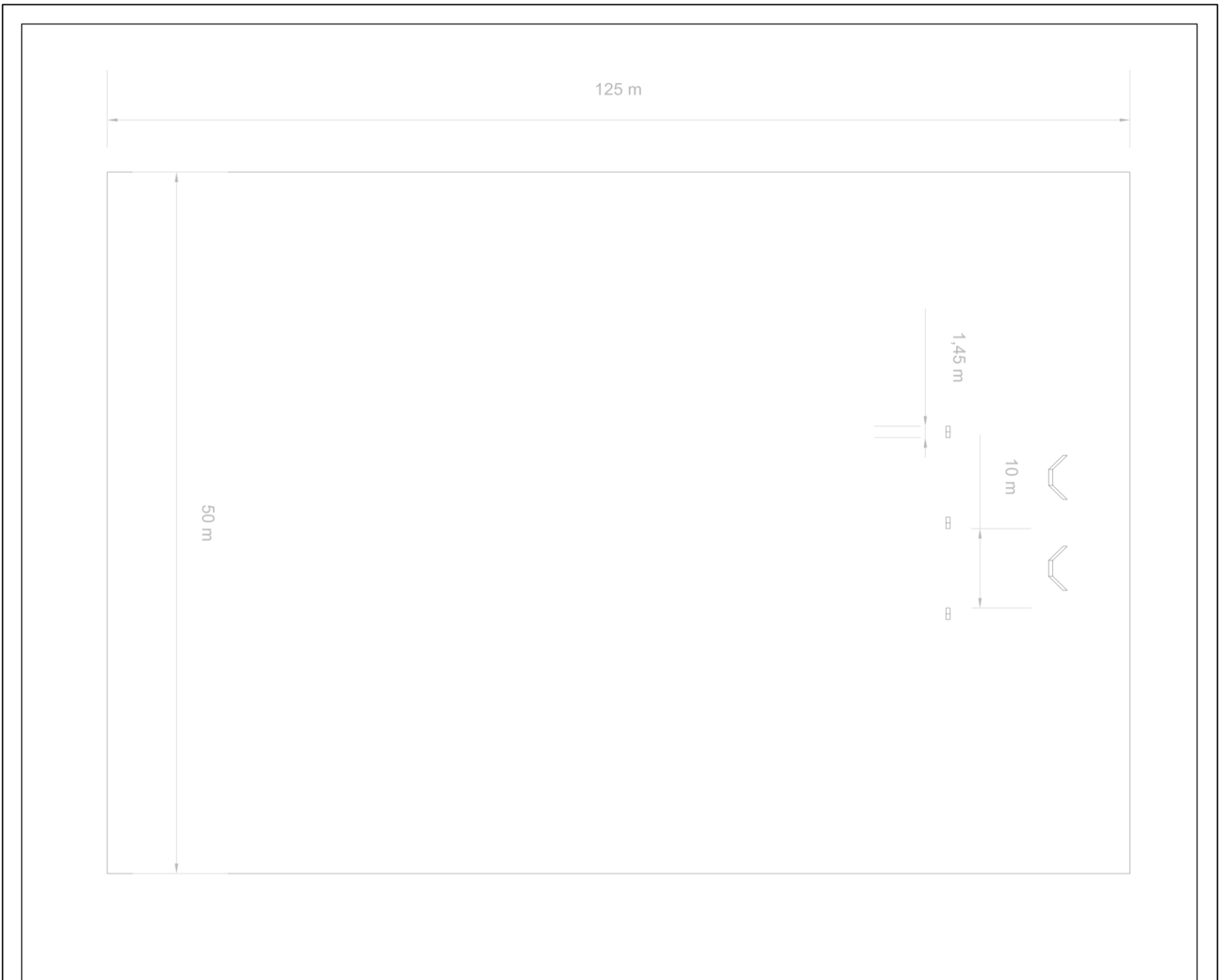
CAMPO DE TIRO MULTITIRPOSTO  
CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA  
ACADEMIA GENERAL MILITAR 2015  
GALERIA DE TIRO CON ARMA CORTA - 50 m  
CAC. JAIME SALCEDO GÓMEZ  
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA  
GRADO DE INGENIERIA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
1/250  
1503/16  
1

### PLANO 2 GALERÍA DE TIRO DE 25 METROS CON ARMA CORTA



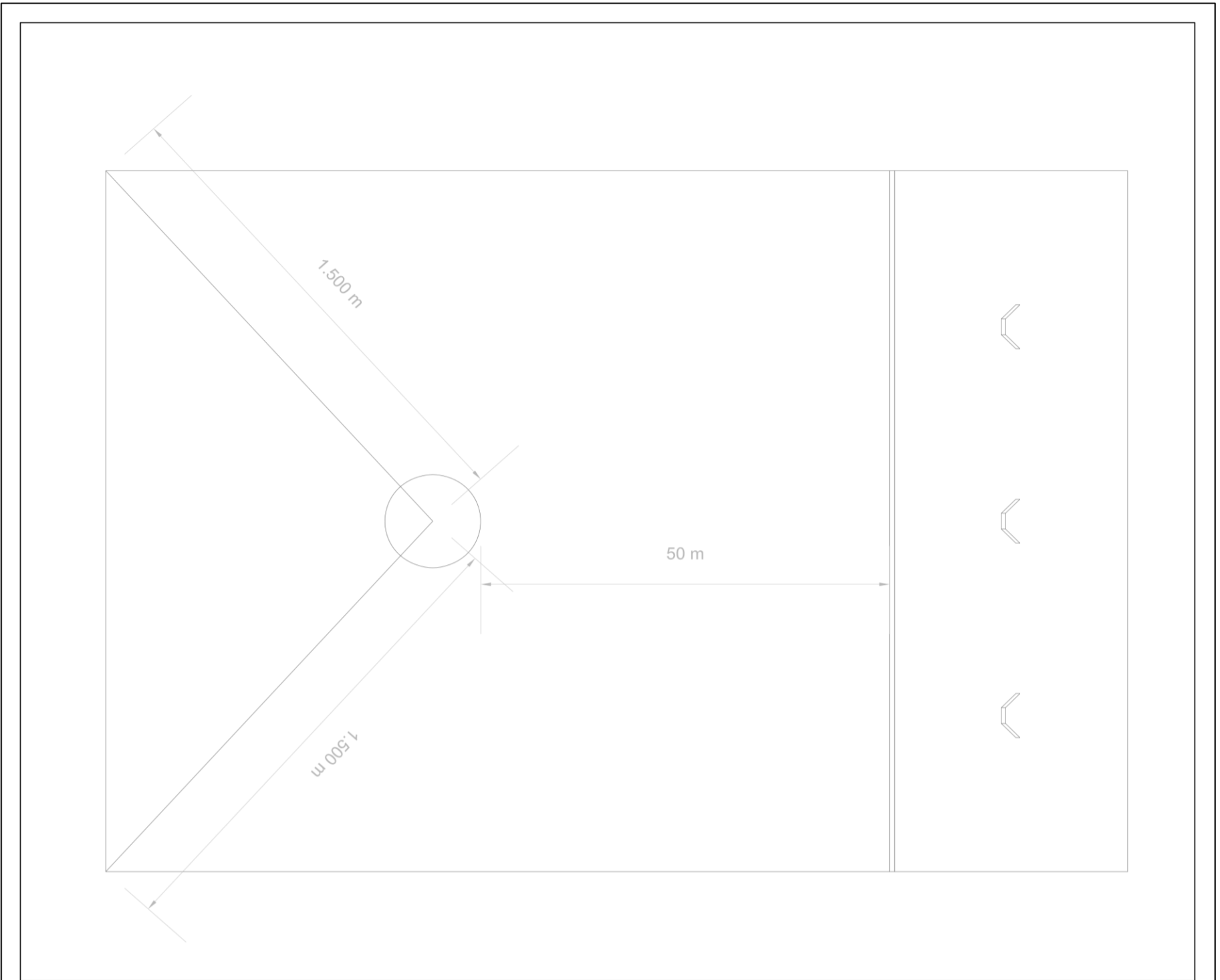
|                                                |       |                                                                     |          |
|------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------|----------|
| AUTOR:                                         |       | CAC. JAIME SALCEDO GÓMEZ                                            |          |
| UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA                        |       |                                                                     |          |
| GRADO DE INGENIERIA DE ORGANIZACION INDUSTRIAL |       |                                                                     |          |
| ESCALA:                                        | 1/250 | FECHA:                                                              | 15/03/16 |
| PROYECTO:                                      |       | CAMPO DE TIRO MIL. TIROPÓSITO                                       |          |
| LOCALIZACIÓN:                                  |       | CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA<br>ACADEMIA GENERAL MILITAR 2015 |          |
| TÍTULO:                                        |       | GALERÍA DE TIRO CON ARMA CORTA - 25 m                               |          |
| AUTOR:                                         |       | CAC. JAIME SALCEDO GÓMEZ                                            |          |
| UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA                        |       |                                                                     |          |
| GRADO DE INGENIERIA DE ORGANIZACION INDUSTRIAL |       |                                                                     |          |
| ESCALA:                                        | 1/250 | FECHA:                                                              | 15/03/16 |
| PROYECTO:                                      |       | CAMPO DE TIRO MIL. TIROPÓSITO                                       |          |
| LOCALIZACIÓN:                                  |       | CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA<br>ACADEMIA GENERAL MILITAR 2015 |          |
| TÍTULO:                                        |       | GALERÍA DE TIRO CON ARMA CORTA - 25 m                               |          |
| AUTOR:                                         |       | CAC. JAIME SALCEDO GÓMEZ                                            |          |
| UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA                        |       |                                                                     |          |
| GRADO DE INGENIERIA DE ORGANIZACION INDUSTRIAL |       |                                                                     |          |
| ESCALA:                                        | 1/250 | FECHA:                                                              | 15/03/16 |

### **PLANO 3. CAMPO DE GRANADAS**



|                                                                 |                                                                     |       |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------|
| SECCION 1                                                       |                                                                     |       |
| TITULO: JAIME SALCEDO GÓMEZ                                     |                                                                     |       |
| PROYECTO:                                                       | CAMPO DE TIRO MULTIPROPOSITO                                        |       |
| LOCALIZACIÓN:                                                   | CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA<br>ACADEMIA GENERAL MILITAR 2015 |       |
| TÍTULO/CARGO DE LANZAMIENTO DE GRANADAS CON MUROS DE PROTECCIÓN |                                                                     |       |
| AUTORES:                                                        | CAC. JAIME SALCEDO GÓMEZ                                            |       |
| UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA                                         |                                                                     |       |
| GRADO DE INGENIERIA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL                  |                                                                     |       |
| ESCALA: 1/500                                                   | FECHA: 15/03/16                                                     | Nº: 3 |

**PLANO 4. SECTOR DE TIRO PARA ARMAMENTO PESADO Y LANZAGRANADAS**



|                                                |                                                                     |          |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------|
| SELLADO                                        |                                                                     |          |
| FIRMAS: JAIME SALCEDO GÓMEZ                    |                                                                     |          |
| PROYECTO:                                      | CAMPO DE TIRO MULTIPROPOSITO                                        |          |
| LOCALIZACIÓN:                                  | CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA<br>ACADEMIA GENERAL MILITAR 2015 |          |
| PLAZA:                                         | SECTOR DE TIRO PARA ARMAMENTO PESADO                                |          |
| AUTOR:                                         | CAC. JAIME SALCEDO GÓMEZ                                            |          |
| UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA                        |                                                                     |          |
| GRADO DE INGENIERIA DE ORGANIZACION INDUSTRIAL |                                                                     |          |
| ESCALA:                                        | 1/500                                                               | FOLIO:   |
|                                                |                                                                     | 19/03/16 |
|                                                |                                                                     | Nº:      |
|                                                |                                                                     | 4        |