



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

Diseño de nave modulable para  
adiestramiento en zonas urbanizadas, con  
posibilidades de empleo con fuego real

Autor

Pedro Pérez García

Directores

Director académico: Dra. Silvia Guillén Lambea  
Director militar: Cap. D. Fernando Zacarías García Calvo

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar  
Año 2020



## **Agradecimientos**

Quiero dar las gracias y mis reconocimientos a todas aquellas personas e instituciones que me han dado su apoyo, conocimientos y paciencia, de forma directa o indirecta en mi formación. No sólo como militar e ingeniero, sino también como persona, incluyendo mandos, profesores, familia, compañeros y amigos...Gracias.

Especial agradecimiento a aquellas persona que me han prestado su ayuda de forma directa a la hora de realizar el Trabajo de Fin de Grado (TFG).

En primer lugar a mis directores, al director militar Capitán Don Fernando Zacarías García Calvo, por su ayuda a la hora de la realización del mismo, por resolverme las dudas expuestas y sobre todo por su constante disposición para conseguir y facilitar documentación, manuales, etc. A la directora académica, la profesora Doña Silvia Guillén Lambea, por su disponibilidad, flexibilidad y constante preocupación y ayuda para la realización y mejora del Trabajo, así como sus conocimientos y consejos que han sido fundamentales para guiarme en la realización del proyecto.

En segundo lugar, al Capitán Don Marcos Aranda Aranda, tutor militar, por su perseverancia y preocupación en el proyecto, además de mi formación diaria. Al Teniente Jonás Casas Pulido por su apoyo diario resolviendo las dudas que pudiera tener y por ayudarme en mi formación diaria como oficial del Ejército de Tierra.

En último lugar y no menos importante me gustaría dar las gracias al personal del Regimiento Garellano 45, tanto Cuadros de Mando como Tropa, que me han acogido como uno más de ellos y han hecho posible la realización de este trabajo en un entorno de trabajo envidiable.



## **Abstract**

Nowadays, most of the missions that take place outside of Spanish territory and that are carried out by the Army tend to be in urban settings. In these locations, our Army is generally in charge of instructing the local armies on how to fight terrorism, which means that combat knowledge in urban surroundings is fundamental.

Based on this, it could be claimed that the construction of a facility in which our troops are able to learn with utmost realism is necessary. This facility could include the possibility of recreating progression through homes and even opening real fire, which would be necessary in a real-life situation of these characteristics.

In accordance with the previous idea, several studies have been carried out, both of the technical feasibility of the project and on the social acceptance that it would receive. Furthermore, the requirements of this type of facility have been analysed, as well as potential new materials and technology, together with possible suppliers and their costs. The objective would be that these products could be implemented within said facility, to achieve an even higher level of realism.

Finally, a temporary study of the approximate duration of the project was carried out with the help of various tools and future lines were exposed for its improvement.

The objective of this project is to present an infrastructure which can be modified, so as to have a flexible facility where real fire exercises and moving targets could be implemented so as to achieve a high degree of realism.



## Resumen

Hoy en día la mayoría de misiones fuera de nuestras fronteras en las que se despliega el Ejército de tierra están localizadas en entornos urbanos. En estas localizaciones generalmente nuestro ejército es el encargado de instruir a los ejércitos locales para la lucha contra el terrorismo por lo que el conocimiento del combate en entorno urbanizado es fundamental.

A partir de lo anterior se podría decir que es necesaria la construcción de una instalación donde nuestras tropas sean capaces de instruirse con el mayor realismo posible, pudiendo utilizar una instalación donde poder recrear la progresión por viviendas llegando incluso a poder realizar fuego real, lo que en caso de operación en el exterior sería lo necesario en este tipo de situaciones.

De acuerdo con la idea anterior, se han realizado estudios, tanto de viabilidad técnica del proyecto, como de la aceptación social que tendría el mismo. Además, se han analizado las necesidades de este tipo de instalación, así como posibles nuevos materiales y tecnología, junto con posibles proveedores y sus costes. El objetivo sería que estos productos se pudieran llegar a implementar dentro de la misma instalación para que esta adquiriera aún mayor realismo.

Finalmente se realizó un estudio temporal del tiempo aproximado de la duración del proyecto con ayuda de varias herramientas y se expusieron unas líneas futuras para la mejora del mismo.

La finalidad de este proyecto podría decirse que es la de presentar una infraestructura la cual se pueda modificar, lo que le daría gran flexibilidad y dentro de la cual se pudieran hacer ejercicios de fuego real y blancos móviles para darle la mayor realidad posible.



### **Lista de abreviaturas**

BIMT: Batallón de Infantería Motorizado

BRI: Brigada

BRIL: Brigada de Infantería Ligera

CE: Conformidad Europea

EDT: Estructura de Desglose de Trabajo

FAS: Fuerzas Armadas

FCSE: Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado

GAR: Grupo de Acción Rápida

JEME: Jefe de Estado Mayor del Ejército

PMUN: Puesto de Munición

RGLCAP: Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas

SUIGE: Subinspección General

R.O.: Real Orden

USAC: Unidad de Servicios del Acuartelamiento

ZESP: Zona de Espera



## Lista de Ilustraciones

Ilustración 1: Vista aérea de la Posible localización de la nave .....	14
Ilustración 2: Vista aérea de Ubicaciones alternativas .....	14
Ilustración 3: Posible distribución de sala de control .....	15
Ilustración 4: Gráfico de encuesta 1 .....	16
Ilustración 5: Gráfico de encuesta 2 .....	16
Ilustración 6: Gráfico de encuesta 3 .....	17
Ilustración 7: Plancha de recubrimiento de suelo .....	19
Ilustración 8: Placa de caucho para recubrimiento de techo y paredes .....	19
Ilustración 9: Puerta del interior de la nave .....	21
Ilustración 10: Esquema del interior de la puerta .....	20
Ilustración 11: Modelo de pared móvil .....	21
Ilustración 12: Carril Klein K 500 .....	21
Ilustración 13: Modelo de puerta móvil con puerta de apertura y butrón .....	22
Ilustración 14: Pared exterior de la nave con ventana .....	22
Ilustración 15: Carril Klein KT 200 .....	23
Ilustración 16: Pared móvil con ventana .....	23
Ilustración 17: Imagen del Blanco abatible TE 100 amigo/enemigo TE 200 portátil vía radio .....	24
Ilustración 18: Imagen de movimientos del Blanco .....	24
Ilustración 19: Torso de gel balístico .....	25
Ilustración 20: Maniquí de goma 3D .....	26
Ilustración 21: Torso de poliuretano .....	25
Ilustración 22: Ejemplo de los posibles tipos de silueta que se podrían obtener .....	26
Ilustración 23: Sistema MILES con atalajes .....	26
Ilustración 24: Mando digital del sistema MILES .....	27
Ilustración 25: Zona fría para arma corta y arma larga .....	27
Ilustración 26: Cajón de descarga .....	29
Ilustración 27: Cabina de descarga .....	28
Ilustración 28: Luz rotativa .....	28
Ilustración 29: Cámara Safire Nanpu 360° .....	30
Ilustración 30: Cámara Ptz 4 en 1 X-Security .....	29
Ilustración 31: Distribución electrónica del interior de la nave .....	30
Ilustración 32: Gráfico de distribución temporal .....	36
Ilustración 33: Nave modulable .....	40
Ilustración 34: Project Charter .....	49
Ilustración 35: EDT .....	50
Ilustración 36: Diagrama de Gantt .....	51



## Lista de Tablas

Tabla 1: Proveedores de para balas .....	31
Tabla 2: Proveedores de Carril Klein .....	32
Tabla 3: Proveedores de Blancos fijos .....	32
Tabla 4: Proveedores de Blancos móviles .....	33
Tabla 5: Proveedores de Siluetas .....	33
Tabla 6: Proveedores de Zona fría.....	34
Tabla 7: Proveedores de Cámaras .....	34
Tabla 8: Proveedores de Cubre cámaras.....	35
Tabla 9: Coste aproximado del interior de la nave .....	35



## Índice

Agradecimientos.....	1
Abstract.....	2
Resumen .....	3
Lista de abreviaturas .....	4
Lista de Ilustraciones .....	5
Lista de Tablas.....	6
Capítulo 1: Introducción.....	9
1.1 Historia y actualidad del Regimiento de Infantería Garellano 45.....	9
1.2 Necesidades encontradas .....	10
1.3 Metodología .....	12
1.4 Ámbito de aplicación .....	12
1.5 Objetivos.....	13
Capítulo 2: Desarrollo del proyecto .....	13
2.1 Estudio del terreno .....	13
2.2 Descripción del proyecto .....	14
2.3 Encuestas .....	15
2.4 Normativa .....	17
2.4.1 Normativa Militar .....	17
2.4.2 Normativa Civil.....	18
Capítulo 3: Descripción de mejoras.....	18
3.1 Materiales anti rebotes .....	18
3.2 Sistemas de desplazamiento.....	20
3.3 Blancos y siluetas.....	23
3.4 Zona fría.....	27
3.5 Sistema lumínicos y de grabación .....	28
3.6 Factores de riesgo .....	30
Capítulo 4: Estudio de Proveedores y Costes.....	30
4.1 Materiales anti rebotes .....	31
4.2 Sistemas de desplazamiento.....	32
4.3 Blancos y siluetas.....	32
4.4 Zona fría.....	33
4.5 Sistemas lumínicos y de grabación .....	34
4.5 Coste de materiales .....	35





Capítulo 5: Distribución temporal del proyecto .....	36
Capítulo 6: Conclusiones y líneas futuras .....	37
Bibliografía.....	38
Anexo 1: Vista de nave modulable.....	40
Anexo 2: Normativa .....	41
Anexo 3: Ofertas.....	47
Anexo 4: Project Charter .....	49
Anexo 5: EDT.....	50
Anexo 6: Diagrama de Gantt .....	51



## Capítulo 1: Introducción.

Para la realización de este trabajo se tomó como punto de partida el Trabajo de Fin de Grado del Caballero Alférez Cadete D. Pablo Vázquez Rodríguez: Construcción de una casa de tiro con blancos móviles en el acuartelamiento Soyeche [1]. Se tomaron sus líneas futuras como punto de partida y se realizó un análisis de nuevos materiales junto con sus proveedores, además del TFG [2] para una aproximación a la realidad para este tipo de construcción.

### 1.1 Historia y actualidad del Regimiento de Infantería Garellano 45.

El Regimiento de Infantería de Línea Garellano número 45 se creó según Real Decreto de 27 de julio de 1.877 sobre los Batallones de Reserva “Ciudad Real” nº 30 y “Alcázar de San Juan” nº 66 para formar el Regimiento “Garellano” 45, siendo designada la plaza de Ciudad Real como ciudad de guarnición. Ambos batallones intervinieron en la última guerra carlista donde destacó el Batallón “Ciudad Real”, donde recibió el sobrenombre de “El Bizarro.

El 14 de noviembre de 1.886 el Regimiento, por la activa participación en la denominada “Sublevación de Villacampa”, es destinado de guarnición a la provincia de Vizcaya al Cuartel de la Aduana, en Orduña, hasta el 15 de febrero de 1.887 cuando se trasladó a Bilbao.

Por Real Orden (R.O.) de 20 de enero de 1.896 se organiza, el 1º Batallón Expedicionario del Regimiento Garellano nº 43, con destino a la guerra de Cuba donde participó activamente y de donde regresó el 28 de diciembre de 1.898 contabilizando 448 bajas oficiales.

El 1 de octubre de 1.921 en base al 2º Batallón, se constituye de nuevo el 2º Batallón Expedicionario del Regimiento Garellano, para participar en la Campaña de Marruecos, de donde regresaría a finales del año 1.926.

En 1.931, durante la II República, el Regimiento se transforma en Batallón de Montaña, con la numeración nº 4. Al iniciarse la Guerra Civil Española se fusilaron a 5 Jefes y Oficiales y el Batallón de Montaña Garellano nº 6 permanece leal a la República, siendo la única Unidad enteramente militar encuadrada en el denominado Ejército Vasco.

Finalizada la Guerra Civil, por Real Decreto de 24 de julio de 1.939 se constituye de nuevo el Regimiento Garellano. Durante los años de post-guerra son incontables sus apoyos en catástrofes y especialmente frente al terrorismo independentista de ETA, con varios ataques contra el personal del Regimiento causando 4 muertos y varios heridos.

El día 3 de noviembre de 1.981, con el último arriado de la Bandera en el viejo Cuartel de Basurto se completa el traslado de la totalidad del Regimiento “Acuartelamiento de Soyeche” en Munguía (Vizcaya), donde se encuentra en la actualidad.

El día 1 de enero de 2016 por adaptaciones orgánicas del ET del año 2015, este Regimiento pasa a denominarse Regimiento de Infantería “Garellano” nº 45, cambiando su dependencia orgánica, al pasar de la Brigada de Infantería Ligera (BRIL) “San Marcial” V a la Brigada de Infantería (BRI) “Guzmán el Bueno” X y pasa a disponer de un solo Batallón, El Batallón “Guipúzcoa”, cambiando su denominación a Batallón de Infantería Motorizado (BIMT) “Guipúzcoa” I/45.

El BIMT Guipúzcoa I/45, así como el Regimiento proporciona a su unidad superior, un elemento de maniobra con una gran capacidad de infiltración y adherencia al terreno y especialmente apto para el combate en terrenos difíciles y en circunstancias climatológicas adversas.



Tanto en el Polígono de Combate en Población de la Unidad, como en instalaciones de otras Unidades, se practica el combate en población. Además el Regimiento es la Unidad de referencia, en instrucción en técnicas de reconocimiento y combate subterráneo y espacios confinados en ambiente subsuelo, para la BRI X.

El Regimiento de Infantería Garellano 45 depende orgánicamente de la Brigada X “Guzmán el Bueno”, con sede en Córdoba lo que crea una gran dificultad a la hora de conseguir fondos para suplir gran parte de su instrucción diaria. A esto debe unirse que el Acuartelamiento de Soyeche tiene unas 78 Hectáreas con solo 1 campo de tiro, lo que supone que el Regimiento tenga que desplazarse a otros campos de maniobras para realizar una buena instrucción.

Otro punto a tener en cuenta es que el Regimiento no tiene las mismas facilidades que otras unidades a la hora de poder hacer instrucción o movimientos fuera del acuartelamiento o en el campo de instrucción debido a la conflictividad social y política de la región, lo que obliga en la mayoría de ocasiones a que el Regimiento tenga que desplazarse a otros campos de maniobras puesto que no cuentan con las infraestructuras necesarias para dicha instrucción. Estos desplazamientos suponen un gran gasto económico debido tanto a las dietas para el personal, como al mantenimiento de los vehículos, lo que podría destinarse para otros ámbitos. Además estos desplazamientos suponen que disminuya la operatividad de la unidad pues se generan días de permiso por lo que la unidad no se estaría instruyendo.

Dentro del Acuartelamiento podemos encontrar una zona de combate en población de unos 4700 metros cuadrados que simula una zona de viviendas. Dichas estructuras son de hormigón todas de una sola planta a excepción de algunas con contenedores a modo de segunda planta. Además el Acuartelamiento cuenta con dos torres para hacer rapel, pero su uso se encuentra limitado ya que tienen que tener un titulado en curso de rapel para poder ser utilizadas. Una de las torres está recién construida para instrucción en progresiones en edificios de varias alturas y la antigua se encuentra en desuso.

Este tipo de zonas son idóneas para el combate en zona urbanizada a nivel muy básico pues no cuentan con ningún tipo de simulación por lo que en ciertos momentos el personal de la unidad puede llegar a aburrirse o hacer la instrucción con desgana por la falta de motivación. Unido a ello, este tipo de actividades se ven mermadas por la falta de realidad ya que en muy pocas ocasiones se utiliza fogeo y donde el uso de fuego real sería imposible, que en definitiva es lo que se utilizaría en caso de combate.

El pasado año la unidad estuvo instruyendo al ejército iraquí en tareas de combate en zonas urbanizadas, por lo que es otro punto importante tener un tipo de instalación en la que poder instruirse con la mayor realidad posible, ya que esta unidad puede ser requerida en cualquier otro momento para realizar las mismas tareas en un futuro. Otro aspecto a tener en cuenta es que la unidad es la referencia de la BRI X en cuanto a combate en subsuelo o zonas confinadas, por lo que se necesitaría una instalación con capacidad de trabajo en oscuridad.

## 1.2 Necesidades encontradas

Para encontrar las necesidades de este proyecto se llevó a cabo un análisis del TFG [1], las encuestas realizadas en el mismo y sus líneas futuras:

*“- Sería importante investigar sobre un sistema de blancos con algún muelle que simule el movimiento de una persona real cuando le disparan.*

*- Otra línea futura podría ser el instalar un método de discriminación de objetivos más tecnológico o novedoso debido a que, actualmente, la discriminación de objetivos se realiza colocando un papel con una imagen encima de la silueta.*



*- Por último, se propone como línea futura un sistema en el cual los objetivos puedan hacer bajas a la unidad a instruir. Con esta mejora se podrían instruir también el personal médico, los paramédicos y el personal de la unidad en lo tocante a evacuación de bajas.”*

Tras esto y añadiendo las vivencias propias durante las prácticas externas de mando se pudieron detectar grandes carencias dentro de la instrucción en combate en zonas urbanizadas debido a la falta de una infraestructura en la que se pudiera combinar la progresión dentro de una edificación con el uso de fuego real y otros aspectos que se asemejen a la realidad, como se anticipaba en el trabajo anterior.

Debido a esta situación, se propone la construcción de una casa cuyas paredes sean modulables en el interior mediante carriles, lo que haría que su desplazamiento fuese mucho más rápido y seguro que de cualquier otra forma. Se añadirían blancos móviles, cerrando así una de las posibles líneas futuras del TFG [1]. Estos blancos podrían desplazarse y girar sobre sí mismos. A su vez, en estos blancos se instalarían siluetas que permitieran discernir entre el gran abanico de posibilidades que el personal se pudiera encontrar en casos reales. Estas siluetas además podrían ser capaces de causar bajas mediante el sistema MILES (Multiple Integrated Laser Engagement System), ya que el instructor desde una sala de control podría controlar este sistema junto con el movimiento de los blancos. Además esta instalación ofrecería la posibilidad de trabajo en oscuridad y capacidad para trabajar con agentes fumígenos en su interior.

Este tipo de instalación llamada “Kill house” o casa de goma, sería una instalación única dentro del territorio español puesto que las existentes en la actualidad se encuentran inoperativas o no tienen la capacidad de poder utilizar blancos móviles, que dichos blancos puedan causar bajas y modular el interior de la misma, lo que daría una gran realidad a la instrucción diaria tanto de la misma unidad como de otras Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado (FCSE) que pudieran instruirse en la misma.

El propósito de esta instalación sería la posibilidad de su uso para:

- Limpieza y progresión por viviendas. Configurando el interior de la edificación al gusto del instructor, de maneras diferentes para evitar que el personal memorizara una distribución de una casa fija y así mejorar la rapidez y capacidad de decisión del personal que se estuviera instruyendo.
- Entrada a la vivienda por las ventanas, posibilidad de abrir puertas con explosivos o forzando la cerradura y butrones entre paredes para poder avanzar a través de las paredes. Esto da una gran similitud a la realidad debido a que habrá situaciones en las que no se podrá entrar a las viviendas por las puertas o habrá casos en los que habrá que utilizar explosivos para la apertura de las mismas.
- Posibilidad de instrucción en penumbra que será muy útil para el combate en zonas confinadas o subsuelo. Puesto que la 2ª Sección de la 3ª Compañía del Batallón Guipúzcoa I/45 es la especialista en combate subsuelo y zonas confinadas de la Brigada Guzmán el Bueno X, esta posibilidad de combate en penumbra sería de gran ayuda y evitaría que dicha sección tuviera que realizar las jornadas de instrucción continuada en el Fuerte de San Cristóbal, situado en Pamplona, evitando así el desgaste de los viajes y aprovechando mejor el tiempo disponible.
- Posibilidad de combate con presencia de agentes fumígenos o irritantes. Para aumentar el realismo de la instrucción ya que en situaciones reales habría posibilidades de uso de agentes fumígenos o irritantes para proceder a la limpieza de la instalación fuera necesario el

Aunque no forma parte de los objetivos del proyecto una valoración económica o de seguridad y salud, habría que nombrar la normativa vigente para ambos aspectos. A efectos de supervisión



habría que regirse por el Artículo 235 de la Ley 9/2017[3], mientras que para motivos de seguridad y salud habría que regirse por el artículo 4 del Real Decreto 1627/97 [4].

### 1.3 Metodología

Para conseguir cumplir con los objetivos y la realización de este proyecto, la elaboración del mismo pasó por varias fases.

Primeramente se realizó un estudio de las carencias del Regimiento Garellano 45. Para ello se analizaron y tuvieron en cuenta las encuestas realizadas en el TFG [1] del año anterior y las líneas futuras del mismo. Además se contó con la experiencia de algunos cuadros de mando destinados en la 3 Compañía del Batallón Guipúzcoa para añadir las carencias y necesidades que atañía dicha unidad.

Para tener certeza de estas carencias de primera mano se realizaron varias encuestas entre el personal de tropa y cuadros de mando del Batallón Guipúzcoa y algunos agentes de la Guardia Civil para observar si había variado algo el pensamiento del personal u otros FCSE destinados en el Acuartelamiento de Soyeche. Tras esto se llevó a cabo un estudio sobre la normativa vigente más restrictiva que rige la construcción de este tipo de instalaciones.

Tras estos primeros pasos, se realizó un análisis exhaustivo de los nuevos materiales, sistemas, y aparatos electrónicos que se usarían en el interior de la estructura. Para ello se estudiaron los materiales más adecuados para realizar los recubrimientos de paredes, suelo, techo etc. Además se analizaron otras instalaciones similares tanto en entorno nacional como otras instalaciones extranjeras. En cuanto al estudio para la elección de blancos y siluetas se tuvo en cuenta la experiencia de varios profesionales en el ámbito de Combate en espacios cerrados (CQB: Close Quarters Battle) tanto nacionales como extranjeros.

Tras haber seleccionado los posibles materiales y dispositivos se llevó a cabo un estudio de los posibles proveedores que administrarían estos materiales, así como sus precios, y un posible presupuesto aproximado de los equipos y materiales utilizados en el interior de dicha instalación.

Por último, se realizó un estudio temporal de la construcción de la infraestructura. Para ello se utilizaron herramientas como la Estructura de Desglose de Trabajo<sup>1</sup> (EDT) y Diagrama de Gantt<sup>2</sup> para realizar aproximadamente la posible duración de dicha construcción así como las tareas críticas que marcarían la construcción del proyecto.

### 1.4 Ámbito de aplicación

La construcción de este proyecto sería de gran ayuda tanto al personal del Regimiento Garellano 45 como al personal del Grupo de Acción Rápida (GAR) de la Guardia Civil, destinados en el Acuartelamiento de Soyeche, al Personal del Centro Nacional de Inteligencia de la Policía Nacional o incluso la Policía autonómica del País Vasco.

Además como se está observando en las últimas operaciones que están realizando las unidades de nuestro ejército, el nuevo combate se desarrolla en zonas urbanizadas, además en la mayoría de las misiones donde hay que instruir a ejércitos locales, éstos carecen de formación necesaria para este tipo de combate, por lo que sería de gran ayuda este tipo de instalación.

---

<sup>1</sup> Anexo 5: EDT

<sup>2</sup> Anexo 6: Diagrama de Gantt



Por otra parte, ya que la 2ª Sección de la 3ª Compañía es la especialista en combate en zonas confinadas dentro de la Brigada Guzmán el Bueno X, esta instalación sería de gran ayuda a su instrucción tanto en ambiente diurno como nocturno.

### 1.5 Objetivos

Para la realización de este proyecto los objetivos principales establecidos son:

- Proponer mejoras en cuanto a los materiales. Estas mejoras contendrían los materiales utilizados en los revestimientos de la instalación, movimiento de paredes, blancos, siluetas, sistema de grabación, etc.
- Realizar un estudio sobre posibles proveedores para los materiales seleccionados.
- Llevar a cabo un análisis de costes aproximado para la adquisición de los materiales.
- Realizar una planificación aproximada de la duración del proyecto.

## Capítulo 2: Desarrollo del proyecto

### 2.1 Estudio del terreno

El lugar más idóneo para la construcción del proyecto sería un antiguo polvorín que se deshabilitó hace unos años y que actualmente se utiliza como parking para el personal destinado en el Acuartelamiento. Esta localización se encuentra rodeada por montículos de tierra de una altura superior al nivel del parking, lo que favorecería la construcción de la instalación. Con estos montículos se cubriría una de las restricciones del proyecto en cuanto a tener una zona alrededor de la instalación con taludes de tierra de mayor altura que esta y así evitar la posibilidad de que disparos fortuitos salieran de la zona. Además esta zona cuenta con un perímetro circular asfaltado de unos 6m de ancho en toda su longitud lo que solucionaría el tener que habilitar una para el desplazamiento de vehículos por los alrededores de la instalación en caso de accidentes. Otra de las características de esta localización es que tiene una toma de electricidad, lo que solucionaría otro gran problema para este proyecto como es la toma de corriente eléctrica.

La posible localización para el proyecto se encontraría al noroeste del Acuartelamiento, en las coordenadas: 43° 20.595'N, 2° 48.157'O. En las inmediaciones de esta localización se puede encontrar el campo de maniobras al noreste, varias edificaciones civiles al oeste, los hangares de vehículos al suroeste, y el gimnasio, ómnium norte, al sureste.

Otras posibles localizaciones para la construcción de la instalación podrían ser en las zonas sin edificar y sin árboles que se encuentran dentro del acuartelamiento. Las principales desventajas de estas localizaciones es que habría que construir los merlones de seguridad alrededor de las edificaciones, no tendrían una toma de luz como lo tendría la zona citada anteriormente, habría que construir un perímetro asfaltado y por último y menos ventajoso, estas localizaciones se encontrarían en las partes más transitadas del acuartelamiento lo que podría ser peligroso. Por el contrario lo que más caracteriza a estas localizaciones es su extensión, ya que son bastantes más grandes que la principal zona elegida.

Las coordenadas de la ubicación 2 serían: Latitud 43° 20.480'N, Longitud 2° 48.312'O.

Las coordenadas de la ubicación 3 serían: Latitud 43° 20.424'N, Longitud 2° 48.296'O.

Otro aspecto a tener en cuenta es que el Acuartelamiento fue construido sobre una balsa de agua por lo que las aguas subterráneas se encuentran a cota cero, de ahí una gran dificultad a tener en

cuenta en caso de que fuera necesario realizar excavaciones. Analizando la situación con el personal del Departamento de Infraestructuras de la Unidad de Servicios del Acuartelamiento (USAC) se llegó a la conclusión de que no sería ningún impedimento puesto que anteriormente se habían construido edificios con niveles freáticos elevados, pero sería un riesgo que tendría que tener en cuenta el encargado del proyecto, el Ingeniero Politécnico.



**Ilustración 1<sup>3</sup>: Vista aérea de la Posible localización de la nave**



**Ilustración 2<sup>4</sup>: Vista aérea de Ubicaciones alternativas**

## 2.2 Descripción del proyecto

El proyecto se basará en los estudios necesarios para la construcción de una nave cuyo interior sea modulable y dentro de la cual se puedan realizar ejercicios con fuego real. Esta construcción deberá cumplir la Instrucción Técnica 18/09, Medidas generales de seguridad en ejercicios de adiestramiento con fuego real (LFX) [5], en el interior de una edificación.

Como se expondrá en el apartado 2.4.1, la nave tendría que estar rodeada por una alambrada y unos merlones de seguridad para evitar que personal ajeno al ejercicio accediera a la instalación.

<sup>3</sup> Ilustración obtenida de Google Earth Pro

<sup>4</sup> Ilustración obtenida de Google Earth Pro

Además a parte de la nave donde se realizarán los ejercicios, habrá una edificación donde estará separado un puesto de municionamiento, una zona de espera y una sala de control. Dentro de esta sala de control el instructor podrá ver por video cámaras los ejercicios del personal así como controlar el movimiento de los blancos, controlar las luces, etc. A continuación se podrá un observar un ejemplo de sala de control donde el operador tendría varios monitores donde podría observar las cámaras de seguridad y controlar los blancos.



**Ilustración 3<sup>5</sup>: Posible distribución de sala de control**

### 2.3 Encuestas

Como se expuso anteriormente, en un trabajo previo al actual, se realizaron encuestas para sondear el grado de aceptación que tendría este tipo de instalación. Partiendo de estas encuestas y realizando unas propias para observar tanto el grado de necesidad de una instalación de estas características, como la posible viabilidad de la realización del proyecto, se realizaron durante la semana del 14 de septiembre de 2020 unas encuestas tanto al personal de tropa como a los cuadros de mando del Batallón Guipúzcoa. Tras esta encuesta, la gran mayoría de los encuestados veía con gran positividad la construcción de esta instalación.

Por otra parte también se hizo una encuesta al personal del GAR que venía a instruirse al campo de tiro del Acuartelamiento y estos, igual que el personal del Regimiento, veían de mucha utilidad la construcción de esta instalación.

Para estas encuestas se preguntó a 158 personas, incluidos los cuadros de mando jefes de las diferentes secciones y compañías.

---

<sup>5</sup> Ilustración obtenida del Catálogo de Galería de Tiro de la empresa Tradeseegur [5]



### ¿Cree que sería bueno para su instrucción una instalación como esta?

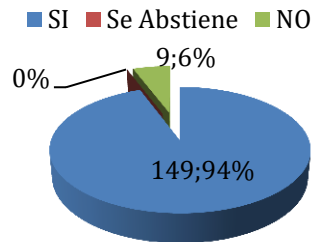


Ilustración 4<sup>6</sup>: Gráfico de encuesta 1

### ¿Cree que sería viable la construcción de esta infraestructura?

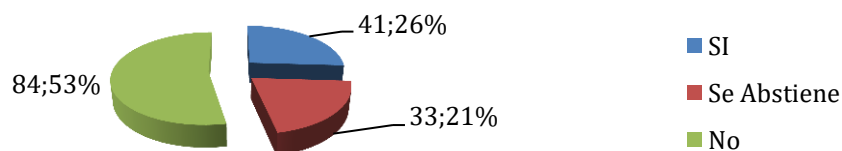


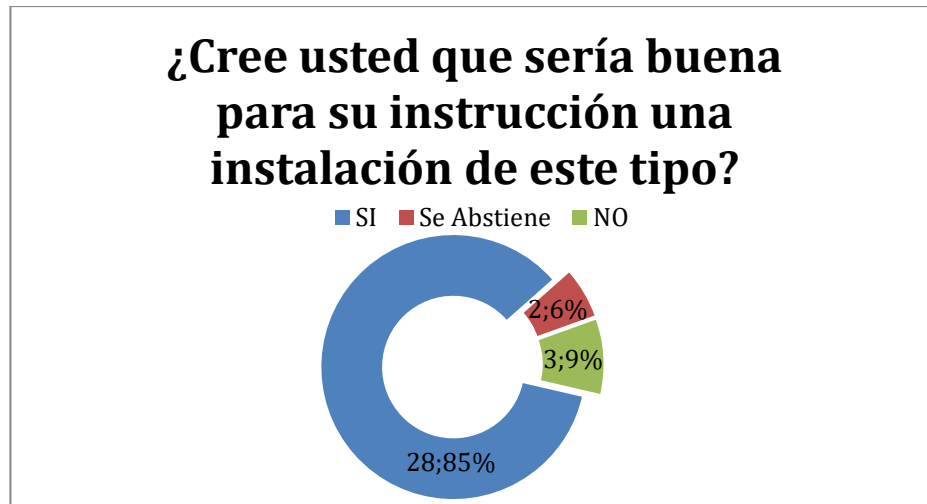
Ilustración 5<sup>7</sup>: Gráfico de encuesta 2

Dentro del personal que realizó la encuesta 5 fueron Capitanes, 6 Tenientes, 3 Sargentos primero, 15 Sargentos, 1 Cabo Mayor, 4 Cabos primero, 6 Cabos y 115 Soldados. De este personal la gran mayoría estaba a favor de la construcción de nuestra instalación, sobre todo cuadros de mando de los que el 100% votó favorablemente.

En cuanto a la segunda encuesta, la mayoría de los votos que creían que no era viable la construcción de este proyecto, se debían a que la construcción suponía una gran cantidad de dinero para el Regimiento, y al estar tan retirado del resto de la Brigada, lo creían prácticamente imposible. Otro de los aspectos a tener en cuenta es que este personal también creía que estas instalaciones suponían una gran novedad técnica para la cual el Regimiento no estaba preparado.

<sup>6</sup> Ilustración de elaboración propia realizada con Microsoft Excel

<sup>7</sup> Ilustración de elaboración propia realizada con Microsoft Excel



**Ilustración 6<sup>8</sup>: Gráfico de encuesta 3**

Por otra parte, se realizó la misma encuesta que al personal del Batallón pero a personal del GAR ya que se instruyen en tiro en el Acuartelamiento. Dentro de este personal se encontraba 1 Teniente y 2 Sargentos, los cuales estaban a favor de la construcción de esta instalación. La muestra es muy pequeña debido a que sólo se pudo realizar a 33 agentes, pero sirve de muestra para poder llegar a tener una visión global de lo que piensa también la Benemérita.

#### 2.4 Normativa

A continuación se expondrá una relación de la normativa más restrictiva que rige la construcción de instalaciones como la que se pretende llevar a cabo. Para más normativa ver Anexo 2.

##### 2.4.1 Normativa Militar

De acuerdo a la Instrucción técnica 01/06, de Regulación de instalaciones: Instalaciones para la instrucción con fuego real en el interior de edificios (Casa de tiro) [6], que es la encargada de regular las diferentes configuraciones de las instalaciones para casas de tiro, deben de aparecer los puntos que se exponen a continuación:

- Una zona restringida para el personal ajeno a los ejercicios que conforme todo el perímetro de la infraestructura. Dicha zona debe de estar señalizada con unos carteles que corten el paso e indiquen que la zona es de una casa de tiro. Además deberá de haber una valla para que no acceda el personal ajeno al ejercicio.
- Zona de espera (ZESP), donde espere el personal que no esté realizando el ejercicio. Esta área estaría conformada por una sala de control desde la que se comprobaría todo lo ocurrido dentro de la nave y se controlarían los blancos, un puesto de municionamiento (PMUN) y la misma zona de espera del personal. Dicha zona tendrá que tener una altura de 2,20m mínimo desde la base donde se encuentre el personal además de una ventana blindada que cumpla la norma UNE EN 1063[7].
- Zona interior modulada donde se desarrollarán los ejercicios. Habrá que tener en cuenta una serie de restricciones que regirán sus dimensiones interiores:

<sup>8</sup> Ilustración de elaboración propia realizada con Microsoft Excel



- Paredes interiores: Tendrán una estructura de placas metálicas en ambas caras con arena en su interior. Estas paredes tendrán un recubrimiento de placas de caucho que se expondrá posteriormente.
- Paredes exteriores: Tendrán 4m de altura como mínimo. Además serán fijas y serán de hormigón. Las caras que den hacia la casa tendrán un recubrimiento metálico relleno de arena y con caucho protector como se ha expuesto previamente.

Este proyecto lleva consigo una gran extensión del marco legal (Anexo 2: Normativa), por lo que únicamente se señalará la documentación más restrictiva y descriptiva que rige la construcción y habilitación de este tipo de infraestructura:

- Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD-CMT-BAE [8]
- Instrucción técnica 18/09. Medidas generales de seguridad en ejercicios de adiestramiento con fuego real (LFX) [9]
- Instrucción técnica 01/06. Regulación de instalaciones; Instalaciones para la instrucción con fuego real en interior de edificios (Casa de tiro) [6].
- Instrucción técnica 05/18. Medio ambiente [10].
- Norma 01/20. Uso de zonas ejercicios de fuego real [11].

#### 2.4.2 Normativa Civil

Dentro de este apartado se expondrá la normativa civil más restrictiva que rige este tipo de construcciones.

Debido a que la finalidad principal de este proyecto es el estudio para la realización de una construcción de primer establecimiento, se establece el artículo 232 de la Ley 9/2017, de Contratos del Sector Público [3]. Además según el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RGLCAP) el proyecto comprendería una obra completa por el artículo 125 del Real Decreto 1098/2001 [12].

### Capítulo 3: Descripción de mejoras

A continuación se expondrá un análisis de las mejoras que se implementarían en una instalación de estas características, basándonos en los materiales y sistemas electrónicos que se utilizaron en el TFG [1]. Para ello, el análisis se basó en la búsqueda y análisis de nuevos materiales que se pudieran utilizar en los revestimientos del interior de la instalación. Además se analizaron posibles nuevos sistemas de blancos, siluetas y un sistema para que los blancos fueran capaces de interactuar con el personal que se estuviera instruyendo. Por otra parte, se comparó el sistema de movimiento de paredes instalado anteriormente y se realizaron mejoras adecuadas a la realidad, junto con la instalación de puertas especializadas para este tipo de instalaciones.

Por último, se añadieron también nuevos tipos de siluetas para mejorar la capacidad de discriminación junto con nuevos sistemas de grabación, que permitirían que los instructores tuvieran una mejor visión de toda la instrucción de su personal sin necesidad de estar presentes en los ejercicios.

#### 3.1 Materiales anti rebotes

Según la Instrucción Técnica 01/06 [6]:

*“Cada Casa de Tiro deberá tener una Norma Particular que regule su empleo, adaptando esta Instrucción Técnica a sus condiciones particulares [...] pudiendo aumentar el número y nivel de las medidas de seguridad señaladas, pero nunca disminuirlas.”*

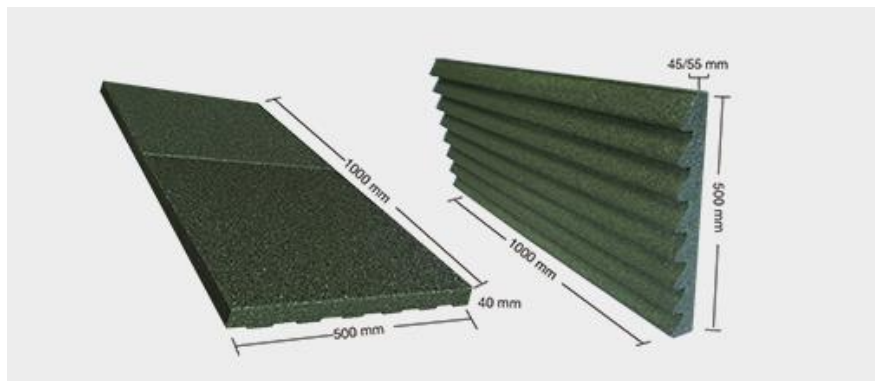
Tras haber analizado los materiales utilizados en el TFG [1] se observó que en el suelo de la instalación no se había instalado ningún tipo de protección o material anti rebote. Partiendo de que una instalación de estas características debería de poseer material anti rebote en la gran mayoría de sus áreas y debido a que un disparo fortuito al suelo podría ocasionar un accidente de grandes dimensiones, se optó por instalar unos revestimientos especiales para suelos dentro de galerías de tiro o Casas de goma como en nuestro caso.

A partir de lo anterior podríamos decir que el material idóneo para el revestimiento del suelo de la nave sería la Plancha de suelo de caucho vulcanizada TRD-VULC, especialmente diseñada para evitar rebotes de proyectiles con cualquier ángulo de incidencia. Dichas losetas de medidas 1003x750x30mm no necesitan ningún producto tapa poros sellante, están fabricadas de un material antideslizante y de fácil limpieza ya que carece de porosidad, evitando así los residuos de polvo.



**Ilustración 7<sup>9</sup>: Plancha de recubrimiento de suelo**

En cuanto al material utilizado para el revestimiento de paredes y techo, podríamos concluir que el más idóneo es la placa de caucho ondulado al 90% ligado con poliuretano al 10% de acuerdo con la norma DIN 4102. Gracias a su composición y forma este material es capaz de: Absorber los impactos, Amortigua los proyectiles, Insonorizan, Antideslizante, No inflamable, No tóxico, Fácil limpieza. Además estas planchas incorporan una pestaña para facilitar su instalación y una cara ondulada para evitar o minimizar la reverberación.



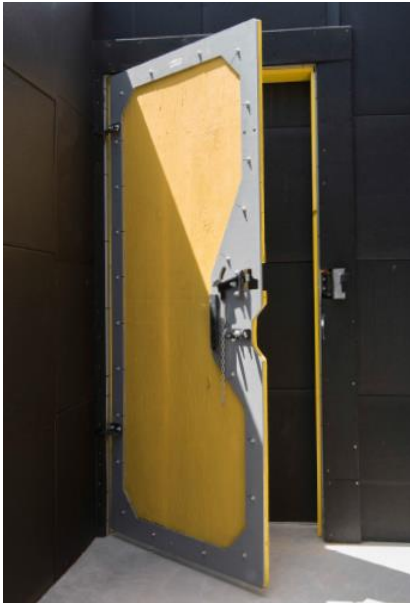
**Ilustración 8<sup>10</sup>: Placa de caucho para recubrimiento de techo y paredes**

Otro aspecto importante dentro de la infraestructura es la capacidad de instalar puertas, las cuales no produzcan rebotes en caso de disparos fortuitos y las cuales tampoco sean atravesadas en caso de disparo directo, lo que podría llegar a ocasionar bajas entre el personal que se estuviera instruyendo. Por esto, se instalarían las puertas que se pueden observar en la ilustración 9. Este tipo de puertas evitarían la instalación de puertas corrientes, lo que obligaría

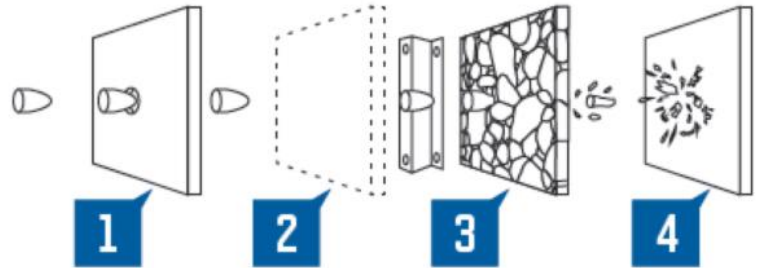
<sup>9</sup> Ilustración obtenida del Catálogo de Galería de Tiro de la empresa Tradesegur [5]

<sup>10</sup> Ilustración obtenida de la empresa Verdú: The global rubber technical service: <http://cauchoverdu.com/>

a recubrirlas con el mismo recubrimiento de techo y paredes, evitando confusiones dentro de la infraestructura, dándole más realismo y evitando que la puerta aumentara demasiado su peso y tamaño.



**Ilustración 9<sup>11</sup>: Puerta del interior de la nave**



**Ilustración 10<sup>12</sup>: Esquema del interior de la puerta**

Dichas puertas están fabricadas en su interior por una plancha de acero balístico a modo de núcleo. Tras este núcleo se encuentra una cámara de aire permitiendo que el proyectil se fragmente totalmente en caso de impacto contra la puerta. A continuación se encontraría un relleno de grava con una membrana de goma para aumentar la vida útil de la misma. Por último y en su parte más externa se encontrarían unas planchas de madera o goma, asegurando que no existen rebotes ni fragmentación de los proyectiles que pudieran impactar en ella.

Además dentro de la infraestructura se instalarán puertas con capacidad para su apertura simulando la realidad. Sería una puerta como la anterior pero sin la parte de la cerradura. En vez de cerradura se podría poner una tabla de madera fina, corcho pan o cualquier material blando. El objetivo de la instalación de este tipo de puertas es el de simular la entrada en los habitáculos y poder simular la rotura de la cerradura mediante un ariete, hooligan tool o cualquier tipo de explosivo de poca potencia.

### 3.2 Sistemas de desplazamiento

De acuerdo con la Instrucción Técnica 01/06 [6]:

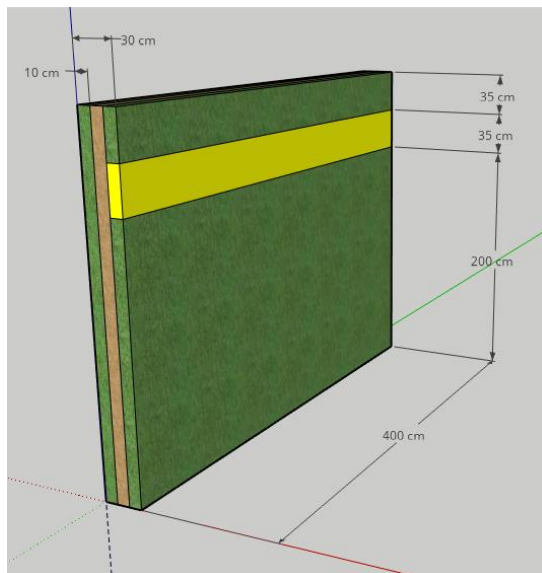
*“Se debe materializar sobre las paredes una línea horizontal, paralela al suelo y a unos 2 metros del mismo, que indique el límite superior para hacer fuego. Dicha línea será de color amarillo en los tramos de pared sobre los que se pueda disparar, y roja sobre aquellos sobre los que esté prohibido hacerlo. Asimismo se materializará una línea roja vertical a ambos lados de las entradas y salidas de las zonas de tiro, y en cualquier zona de tiro prohibido”*

Tratando el punto de la movilidad de las paredes, en el TFG [1] se expuso que las paredes iban a estar sometidas al impacto de proyectiles de un calibre de 5,56x49mm o 9mm Parabellum, lo que supondría que estos impactos podrían desestabilizar las paredes. La solución fue que las paredes se anclarían al suelo mediante un sistema de tubos. En contraposición a lo anterior, se

<sup>11</sup> Imagen obtenida de la empresa Action Target: <https://tacticalonline.es/>

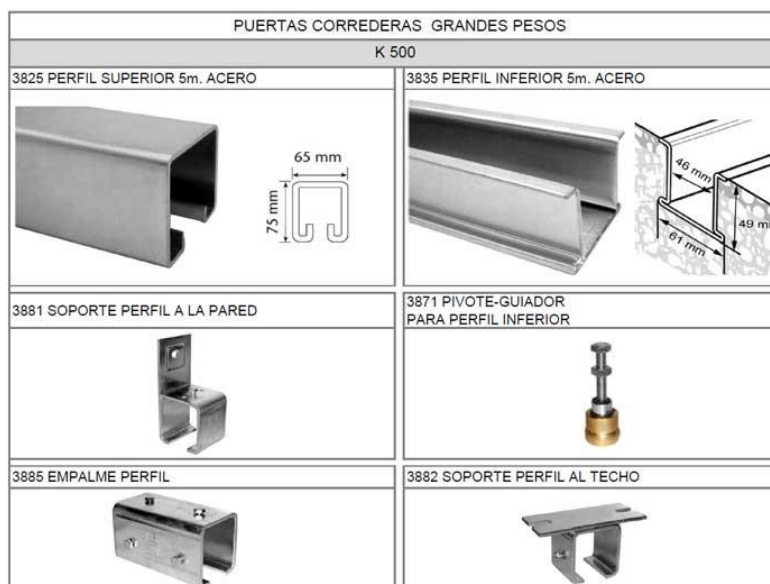
<sup>12</sup> Imagen obtenida de la empresa Action Target: <https://tacticalonline.es/>

ha demostrado que el tipo de calibre que se utilizaría dentro de la instalación tiene un poder de parada muy bajo, siendo incluso muy difícil abatir enemigos con un solo disparo en el campo de batalla. Debido a este razonamiento no sería necesario la instalación de ninguna sujeción inferior a las paredes ya que con el propio peso de esta no habría movimiento alguno cuando sufriera impactos por varias armas.



**Ilustración 11<sup>13</sup>: Modelo de pared móvil**

Una vez expuesto lo anterior habría que añadir que el mecanismo elegido para el movimiento de estas paredes sería el tipo de carril Klein, donde estas irían ancladas en estos carriles y a partir de ahí, el instructor podría mover y modular las paredes interiores a su gusto. El tipo de carril elegido ha sido el Carril Klein K 500, diseñado para conectar espacios mediante un panel de madera o metal de grandes dimensiones, con capacidad de soporte de hasta 500 Kg.

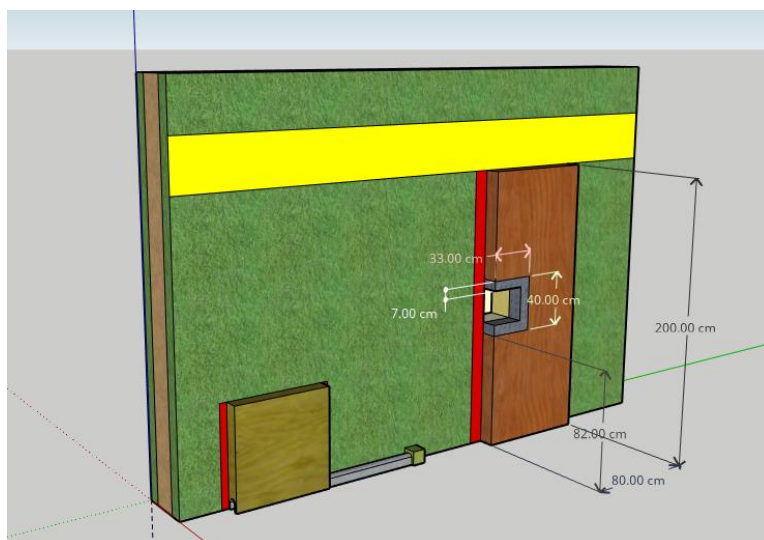


**Ilustración 12<sup>14</sup>: Carril Klein K 500**

<sup>13</sup> Ilustración de elaboración propia realizado con SketchUp

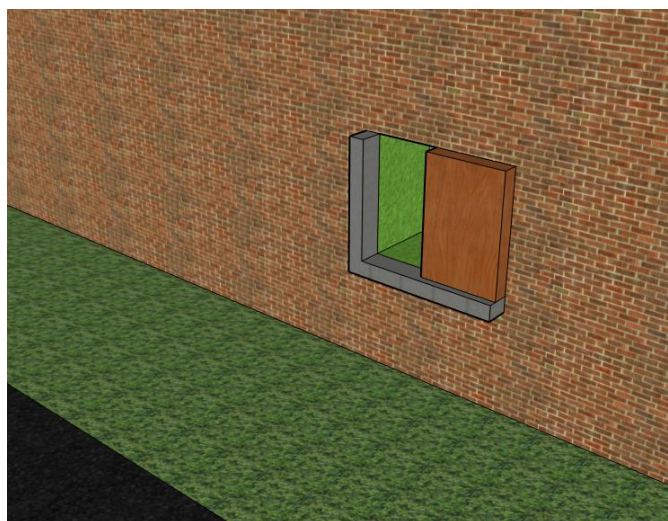
<sup>14</sup> Ilustración obtenida del catálogo de la empresa KLEIN: <https://www.klein-europe.com/es/>

Dentro de las mismas paredes, también habrá algunas de ellas que tengan la posibilidad de tener butrones entre ellas, estos pasadizos entre paredes estarían debidamente bloqueados mientras no estuvieran utilizándose en el ejercicio, pero una vez que se quieran utilizar, podrían abrirse o cerrarse mediante los carriles previamente descritos.



**Ilustración 13<sup>15</sup>: Modelo de puerta móvil con puerta de apertura y butrón**

Del mismo modo, se instalarían ventanas, las cuales estarían situadas a media altura para que se pudiera simular también la entrada al edificio por medio de estas. Además tendrían una pared corredera en el exterior, recubierta de los mismos materiales que el interior de la nave y esta estaría también anclada sobre este tipo de riles. Lo que se busca con las ventanas a media altura es que el personal pueda entrar por las mismas y dar más realismo a la instrucción. Una vez el personal estuviera dentro de la instalación, estas ventanas se cerrarían para evitar así que algún disparo fortuito saliera del interior de la nave.



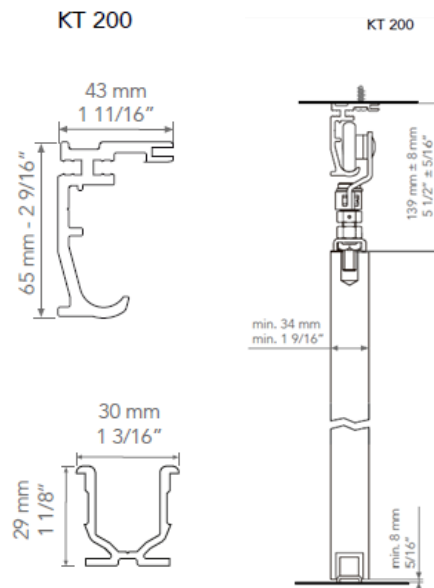
**Ilustración 14<sup>16</sup>: Pared exterior de la nave con ventana**

Debido a que la pared que protegería la ventana estaría suspendida en el aire, habría que construir una estructura a modo de “L” para evitar deterioros en los carriles. Para el movimiento

<sup>15</sup> Ilustración de elaboración propia realizada con Sketchup

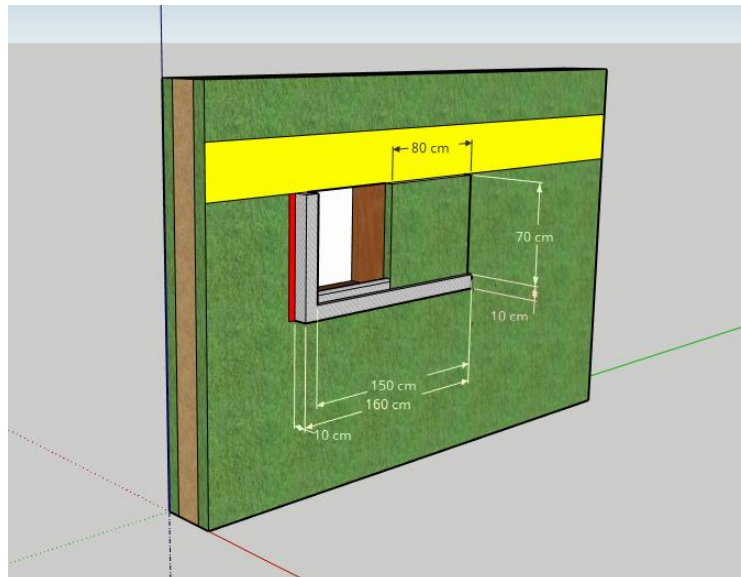
<sup>16</sup> Ilustración propia realizada con SketcUp

de las ventanas se ha elegido el tipo de carril Klein KT 200 con capacidad de aguantar hasta 200 Kg.



**Ilustración 15: Carril Klein KT 200**

A continuación en la ilustración 16 podemos observar una pared móvil con posibilidad de incorporarle una ventana con el mismo sistema que la ventana del exterior. Este tipo de ventanas estarían cerradas en caso de que no se fueran a utilizar en ese ejercicio para evitar posibles accidentes.



**Ilustración 16<sup>17</sup>: Pared móvil con ventana**

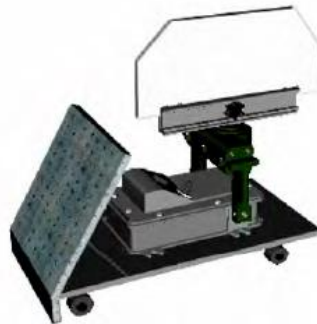
### 3.3 Blancos y siluetas

En este apartado cerraremos una de las líneas futuras del TFG [1] referidas a blancos que realizaran movimientos similares a los de una persona en caso de ser abatidas. Para ello se realizó un estudio detallado de diversos tipos de blancos con muchas funciones diferentes, decantándose finalmente por el tipo de blanco: Blanco abatible TE 100 amigo/enemigo TE 200

<sup>17</sup> Ilustración de elaboración propia realizada con Sketchup

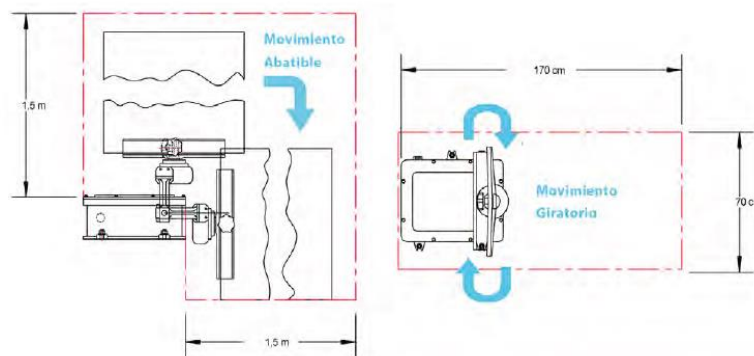


portátil vía radio. Este tipo de blanco cuenta con un electromotor que permite la elevación de la silueta del blanco 90° por encima del suelo mediante un brazo mecánico, cerrando así la línea presentada anteriormente, ya que el operador desde la sala de control podría abatir el blanco en caso de que los disparos efectuados sobre él fueran efectivos. Además el blanco controlado por ordenador desde la sala de control permitiría gran amplitud de movimiento y giros de la silueta de 180°, dándole gran realismo ya que podría hacer gran amplitud de movimientos lo que mejoraría la instrucción del personal que realice los ejercicios. Además estos blancos cuentan con un detector de disparos mostrándolos en la pantalla del ordenador de la sala de control desde donde se podría configurar a los mismos para abatirse en caso de impacto mortal o hacerlo manualmente como se ha expuesto anteriormente.



**Ilustración 17: Imagen del Blanco abatible TE 100 amigo/enemigo TE 200 portátil vía radio**

En cuanto al recubrimiento que tendrían los blancos, el más recomendable sería una placa de acero balístico AR-500 de 9,25mm con un recubrimiento del mismo caucho que el interior de la nave, evitando así que hubiera posibles rebotes además de evitar un precoz deterioro de los mismos tras los impactos a los que se verían expuestos.



**Ilustración 18<sup>18</sup>: Imagen de movimientos del Blanco**

En contraposición a estos tipos de blancos dinámicos, se podrían también instalar blancos de goma en 3D, maniqués de poliuretano o torsos balísticos que simularan a una persona en todos sus aspectos. Para ello se podrían utilizar el tipo de blancos que podremos ver en la figuras a continuación.

Estos tipos de blancos serían lo que más se podría asemejar a una persona para la instrucción con fuego real en edificaciones similares a la que se propone. La principal diferencia entre los maniqués de goma o poliuretano y los torsos balísticos es que los torsos balísticos tienen usos mucho más limitados que los de goma o poliuretano ya que simulan a la perfección el tejido

<sup>18</sup> Ilustración obtenida del Catálogo de Galería de Tiro de la empresa Tradeseegur [5]

humano. Debido a lo anterior podrían ser muy interesantes en ocasiones excepcionales pero no en la instrucción diaria.



**Ilustración 19<sup>19</sup>: Torso de gel balístico**

Por otro lado, los maniqués de goma o poliuretano son muy versátiles ya que tienen articulado prácticamente todo el cuerpo, lo que ayudaría a situarlo en infinidad de posiciones. Además podría utilizarse para infinidad de actuaciones ya que los fabricantes ofrecen una durabilidad de hasta 10 000 disparos antes de tener que ser cambiados. Lo único que habría que hacer sería ponerle el atuendo deseado y en caso de enemigo, colocarle armamento. Podríamos destacar que su composición hace que el material sea anti rebotes y fácilmente intercambiable y con gran variedad de recambios, lo que aumenta gratamente su vida útil para instrucción diaria.



**Ilustración 20<sup>20</sup>: Maniquí de goma 3D**



**Ilustración 21<sup>21</sup>: Torso de poliuretano**

Otro punto a tener en cuenta y que a su vez cerraba una línea futura del TFG [1] era la instalación de un método para discriminar objetivos. Para ello y tras recabar información tanto por parte del Regimiento, personal de otras unidades del Ejército de Tierra, de otros ejércitos, o por experiencia propia, se llegó a la conclusión de que en los ejercicios de fuego real en los que había siluetas, estas siempre eran las mismas, por lo que el personal subconscientemente memorizaba ese tipo de imagen, perdiendo así en todo momento la capacidad de identificación de si la silueta era o no enemigo. Debido a esto se llevó a cabo un estudio de posibles proveedores de siluetas que pudieran ser lo más variables posibles y se llegó a la conclusión de

<sup>19</sup> Ilustración obtenida de la empresa Max preven: <https://www.maxpreven.com/>

<sup>20</sup> Ilustración obtenida de la empresa Action target: <https://actiontarget.com/>

<sup>21</sup> Ilustración obtenida de la empresa H-50 tactical: <https://h50tactical.es/>

que las siluetas Chameleon Variable Threat System de la empresa estadounidense Trex Arms sería la más indicada.



**Ilustración 22<sup>22</sup>: Ejemplo de los posibles tipos de silueta que se podrían obtener**

Este tipo de silueta es generada mediante un modelo 3D y un software mejorado que permite introducir poses realistas, diferentes objetos ya sean armas o cualquier tipo de objetos diferentes, sexos distintos, color de piel, etc. Todas estas posibles combinaciones hacen que sea posible de crear casi una infinidad de diferentes siluetas, lo que sería una gran mejora dentro de la instrucción individual del combatiente, mejorando de manera asombrosa su capacidad de identificación entre las siluetas.

Por último dentro de este apartado y cerrando la última línea futura del TFG [1], se realizó un estudio sobre los posibles sistemas que se podrían implementar en los blancos para que estos tuvieran la capacidad de causar bajas entre el personal que se estuviera instruyendo. Tras este estudio se llegó a la conclusión de que el sistema más viable sería el MILES, que ya está implementado dentro de algunas unidades dentro del ejército español. Este sistema de participación de láser integrado múltiple utiliza láseres para simular una batalla real. En este sistema, el personal llevaría puestos unos sensores láser esparcidos por el cuerpo que detectan cuando estos reciben fuego láser simulando las balas



**Ilustración 23<sup>23</sup>: Sistema MILES con atalajes**

En caso de que una persona fuese alcanzada por uno de estos láseres el sistema se accionaría emitiendo un sonido y tendría que tumbarse hasta que llegara el personal sanitario con un mando digital donde le aparecería el tipo de lesión, así como los primeros auxilios que debería practicar. Como se observa, este sistema permitiría que los blancos controlados por el operador desde la sala de control pudieran hacer fuego sobre el personal instruyéndose, permitiendo aún más realismo dentro de los ejercicios a desarrollar y mejorando la instrucción del personal sanitario.

<sup>22</sup> Ilustración obtenida de la empresa Trex Arms: <https://www.trex-arms.com/>

<sup>23</sup> Ilustración obtenida de la página web Living free in okc: <http://livingfreeinokc.com/>



**Ilustración 24<sup>24</sup>: Mando digital del sistema MILES**

### 3.4 Zona fría

Como se expone en la Instrucción técnica 01-06 [6]

*“Las entradas/salidas de las paredes exteriores, deberán tener unos “cajones de arena” donde todos los participantes después de descargar el arma, deberán dispararla en vacío, una vez finalizado el ejercicio”*

En vez de instalar estos cajones de arena se utilizarían los denominados cajones de descarga o zona fría. Estos cajones se utilizarían para evitar accidentes por rebotes o disparos fortuitos, comprobar el armamento y realizar descargas de munición después de los ejercicios se. Se trata de unos cajones blindados y diseñados para la manipulación de armamento evitando el riesgo de que se produzcan rebotes en el caso de que hubiera algún disparo accidental. Se pueden diferenciar varios tipos de estos cajones de descarga. Por una parte están los que simplemente sirven para comprobar si el arma está cargada y donde se introducirá el cañón del arma y se accionaría el disparador. Por otra parte están los cajones plenamente dichos o las cabinas que sería donde se manejarían las armas. En esta instalación se utilizarían las zonas frías de arma corta y larga, donde solamente se comprobaría si el arma estaría cargada, ya que en los ejercicios se utilizará ambos tipos de armamento y son más baratos que los cajones de manipulación. A continuación se pueden observar los distintos cajones de descarga.



**Ilustración 25<sup>25</sup>: Zona fría para arma corta y arma larga**

<sup>24</sup> Ilustración obtenida de la empresa Sparks Military: <https://www.sparks-military.com/en/>

<sup>25</sup> Ilustración obtenida del Catálogo de Action Target: Clearing Traps cutsheet [14]

**Ilustración 26<sup>26</sup>: Cajón de descarga****Ilustración 27<sup>27</sup>: Cabina de descarga**

### 3.5 Sistema lumínicos y de grabación

Según la instrucción técnica 01-06 [6]:

*“Durante la realización de los ejercicios deberá colocarse luces rotatorias, que sean visibles en toda la zona, principalmente en los accesos de entrada a la Casa de Tiro”*

Debido a lo anterior será necesaria la instalación de estos tipos de luces tanto en las puertas de entrada y de salida como en las ventanas destinadas a la entrada y salida de la instalación para evitar que personal ajeno al ejercicio pudiera entrar en la misma.

**Ilustración 28<sup>28</sup>: Luz rotativa**

La iluminación dentro de la instalación vendría dada por pantallas de luces LED debidamente protegidas por unas estructuras de láminas de policarbonato Palgard<sup>29</sup>, resistentes frente a los impactos de proyectiles y frente a la posible abrasión producida por los gases. Con esta protección se eliminaría el posible riesgo de incendios que pudieran producirse con las luces de filamento. Estos paneles de luces LED deberían ser de 500 Lux a lo largo del interior de la instalación, mientras que deberían ser unos 2000 Lux en la zona donde se encontrarán los blancos. Además estas luces deberían estar conectadas a un cuadro eléctrico donde también se conectarán las cámaras, las luces de emergencia, las alarmas y los enchufes de fuerza.

<sup>26</sup> Ilustración obtenida de la empresa Ekipol: <https://www.ekipol.es/>

<sup>27</sup> Ilustración obtenida de la empresa Arcas gruber: <https://arcasgruber.com/>

<sup>28</sup> Ilustración obtenida de la empresa Alternativa agrícola: <https://alternativaagricola.es/>

<sup>29</sup> Información obtenida de la empresa Palram: <https://www.palram.com/>

Todos estos sistemas de iluminación debería cumplir la norma UNE-EN 12193 [15] “Iluminación de instalaciones deportivas”. Las luces de emergencia estarán a su vez conectadas y en disposición del Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión [16], así como el Artículo 15 del Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios [17].

Otro aspecto importante sería que la zona de espera se encontraría comunicada con el interior de la nave mediante las cámaras, que mandarían la señal de vídeo a la sala de control. La instalación de luces de esta zona de espera estaría conectada a otro cuadro eléctrico y debería de cumplir con las mismas normativas que se cumplen en el cuadro eléctrico de la nave.

Dentro del gran espectro de cámaras de seguridad se ha elegido la cámara Safire Nanpu SF-IPDM360-12. Frente a la expuesta en el TFG [1], esta cámara permite obtener imágenes 360° en 4K, obteniendo así imágenes más fluidas y evitando la distorsión del movimiento. Además de ser capaces de visualizar las actividades mediante visión nocturna con una distancia de 15 m, proporcionando así una gran ventaja para que el instructor pudiera corregir los ejercicios aún en entorno oscuro, estas cámaras tienen la posibilidad de emitir sonidos como si fuera un altavoz y también una alarma. Dicha cámara estaría situada en el techo de la instalación protegida debidamente por una estructura de láminas de policarbonato Palgard, igual a las que protegen los sistemas lumínicos, por si hubiera algún disparo fortuito

A su vez se instalarían también cámaras exteriores para controlar las inmediaciones de la instalación mientras se estuvieran realizando ejercicios. El modelo de cámaras elegido para este requerimiento sería X-Security PTZ 4 en 1. Este modelo permitiría grabación 180° con una resolución de 1080P con zoom óptico de 12 aumentos y zoom digital de 16 aumentos. Además permitiría 2 entradas y 1 salida para alarmas, y 1 entrada y salida de audio.

Tanto los blancos como las cámaras estarán conectados a sus equipos mediante señal radio y wifi. Específicamente los blancos estarán conectados a los enchufes de la nave, mientras que las cámaras se conectarán directamente al cuadro eléctrico.



**Ilustración 29<sup>30</sup>: Cámara Safire Nanpu 360°**



**Ilustración 30<sup>31</sup>: Cámara Ptz 4 en 1 X-Security**

A continuación se puede observar en la ilustración 31 un posible ejemplo de la distribución de los aparatos electrónicos de grabación, sonido, etc.

<sup>30</sup> Ilustración obtenida de la empresa Sevitec : <https://www.sevitec.es/>

<sup>31</sup> Ilustración obtenida de la empresa Mercasat: <https://www.mercasat.es/>



**Ilustración 31<sup>32</sup>: Distribución electrónica del interior de la nave**

### 3.6 Factores de riesgo

El principal factor de riesgo dentro de la instalación es que se produjeran rebotes tanto en las paredes como en el suelo, de ahí que estas áreas se recubrirían con los materiales específicos previamente expuestos

Otro punto a tener en cuenta es que generalmente este tipo de edificaciones son descubiertas para que los instructores puedan ver los ejercicios que realiza el personal en el interior. Generalmente estas instalaciones tienen unas pasarelas metálicas por donde se desplazan los instructores. En nuestro caso la instalación será cubierta y habrá cámaras para que el instructor pueda ver los ejercicios desde la sala de control. Con esto se evita el riesgo de que un disparo fortuito pudiera ocasionar un accidente al personal que viera los ejercicios desde las alturas y además de evitar que alguno de estos disparos pudiera ocasionar cualquiera daño material o personal en las viviendas civiles que se encuentran en las proximidades del Acuartelamiento. Habría que añadir que dicho techado estaría recubierto en su interior por el mismo material que las paredes, evitando así que se produjeran rebotes en caso de algún disparo accidental.

Por último habría que tener en cuenta que muy próxima a la instalación se encuentra una zona habitada por personal civil por lo que la instalación tendría que estar insonorizada. Esto lo conseguiremos con el material que conforma el interior de la instalación ya que cumple la función de ser material anti rebotes y a su vez material con propiedades insonoras.

## Capítulo 4: Estudio de Proveedores y Costes

Como se expuso en el anterior TFG [1] el tipo de constructora más óptimo para la realización de este proyecto sería una constructora civil. Debido a esto, a continuación se presentará un estudio sobre los posibles proveedores que suministrarían los materiales del interior de la

<sup>32</sup> Ilustración de elaboración propia realizada con Proficad

infraestructura, ya fuera revestimientos, blancos, sistemas lumínicos, etc. Para este estudio se ha intentado centrar lo máximo posible la búsqueda de proveedores dentro de territorio para evitar sobrecostes debido al transporte de los productos. En la mayoría de los productos esto ha sido posible pero en algunos casos especiales esto ha sido imposible, por lo que se ha visto obligado a realizar esta búsqueda en proveedores extranjeros.

A continuación se presentará una relación de los posibles proveedores para cada producto. Para obtener los precios de los productos se recibió información mediante oferta formal<sup>33</sup> por parte de las empresas Security floor y Caucho Verdú. El resto de información se recibió mediante e-mails informales o a través de las páginas web de dichas empresas.

#### 4.1 Materiales anti rebotes

Dentro del amplio campo de los recubrimientos interiores para instalaciones de galerías de tiro, los proveedores nacionales más destacados que se han podido analizar han sido: Security floor, Caucho Verdú, de los que se ha recibido oferta formal. Goma vial y Tradeseegur, de los que se ha recibido oferta pero vía e-mail no formal. En cuanto a proveedores internacionales destaca Action Target, proveedor estadounidense, que proporciona precios desde su página web.

Teniendo en cuenta que el tamaño de la instalación sería de 50m largo x 20m ancho [1] con paredes interiores de 4m largo x 2,7m alto, el área que habría que recubrir con material anti rebotes sería de:

- Suelo y techo: 50m largo x 20m ancho x 2 = 2 000m<sup>2</sup>
- Paredes interiores (largo): 50m largo x 2,7m alto x 2 paredes = 270 m<sup>2</sup>
- Paredes interiores (ancho): 20m ancho x 2,7m alto x 2 paredes = 108 m<sup>2</sup>
- Paredes móviles: 4m largo x 2,7 alto x 10 paredes = 108 m<sup>2</sup>

En total la nave tendría un área de 2486m<sup>2</sup>, de los cuales 1 000m<sup>2</sup> serían de color negro por ser el suelo y el restante sería de otro color.

Proveedor	Para balas		
	Negro, Rojo	Otro color	Total nave
Security floor	35€/ m <sup>2</sup>	38€/ m <sup>2</sup>	91 468€
Caucho Verdú	21,74€/ m <sup>2</sup>	23,74€/ m <sup>2</sup>	57 017,64€
Goma vial	25€/ m <sup>2</sup>	27,5€/ m <sup>2</sup>	65 865€
Tradeseegur	26€/ m <sup>2</sup>	28,75€/ m <sup>2</sup>	68 722,5€
Action Target	39€/ m <sup>2</sup> + gastos envío	-	39 000€ + envío(negro)

Tabla 1<sup>34</sup>: Proveedores de para balas

Tras este análisis se podría decir que el proveedor que más nos interesaría para los revestimientos interiores de la infraestructura sería Caucho Verdú. Este proveedor podría proporcionarnos las planchas de caucho a un precio bastante menor que el de su competencia, asegurando las mismas características y prestaciones del material.

<sup>33</sup> Anexo 3: Ofertas

<sup>34</sup>Tabla de elaboración propia con Microsoft Excel.



#### 4.2 Sistemas de desplazamiento

Como se expuso anteriormente, las paredes de la edificación se desplazarían mediante un sistema de carriles de la marca Klein. Dentro de los proveedores nacionales que podrían proporcionar los sistemas de movimiento cabrían destacar: Suministros Torras, Ferretería Ortiz y Modrego Hogar. Suponiendo que habría unas 10 paredes de 4m de largo cada una, se necesitarían 80m de guías.

Proveedor	Carril Klein					Total
	Guía	Accesorios	Empalme del perfil	Soporte de pared	Carril inferior	
Suministros torras	19,21€/ m	109,08 €	15,32 €	5,41 €	44 €	1 710,61€
Ferretería Ortiz	15,57€/ m	117,81 €	17,47 €	6,51 €	47 €	1 434,39€
Modrego Hogar	23,71€/ m	122,09 €	15,55 €	7,20 €	41 €	2 082€

Tabla 2<sup>35</sup>: Proveedores de Carril Klein

En nuestro caso el proveedor seleccionado sería Ferretería Ortiz ya que proporcionando los mismos materiales que la competencia, es capaz de ofrecer un precio menor manteniendo la calidad de producto e instalación del mismo con un precio de **1 434,39€**

#### 4.3 Blancos y siluetas

Dentro de los proveedores nacionales entre los que podríamos encontrar blancos fijos podríamos encontrar H-50 tactical y Max preven. En cuanto a proveedores internacionales destaca la empresa estadounidense Action target. Para obtener los precios de todas estas empresas se ha buscado en su página web

Haciendo una estimación teniendo en cuenta el posible tamaño de la nave, el número de blancos fijos y móviles necesarios sería de 10 y 8 respectivamente. En cuanto al número de siluetas necesarias, se estima que sería necesario tener 50 siluetas.

Proveedor	Blanco fijo		
	Cuerpo	Soporte	Total
Action Target	Maniquí 220€+ envío	-	2 220 € + envío
H-50 tactical	Torso balístico 165€	60 €	2 250€
Max preven	Esqueleto balístico 590€	-	5.900 €

Tabla 3<sup>36</sup>: Proveedores de Blancos fijos

En cuanto a los blancos fijos, como se expuso anteriormente, los seleccionados serían los de material plástico o poliuretano, en este caso se escogerían los torsos de poliuretano de H-50 tactical con un precio de **2 250€** ya que serían los más rentables en cuanto a precio y durabilidad.

Relacionado al tipo de blancos móviles que cumplan las características requeridas para nuestra instalación el mercado dentro de territorio nacional disminuye de manera drástica, solamente teniendo a la empresa Tradese gur. Tras la restricción anterior podríamos añadir al proveedor

<sup>35</sup> Tabla de elaboración propia con Microsoft Excel

<sup>36</sup> Tabla de elaboración propia con Microsoft Excel.



estadounidense Action Target, pero esta empresa solamente ofrece blancos móviles manualmente.

Blanco móvil		
Proveedor	Precio	
	Blanco	Total
Tradesegur	735 €	5 880€
Action Target (Manuales)	496€ + envío	3 968€ + envío

Tabla 4<sup>37</sup>: Proveedores de Blancos móviles

Una vez expuesto lo anterior el proveedor seleccionado sería Tradesegur con un precio de **5 880€**

Dentro de los posibles proveedores nacionales que pudieran proporcionar los tipos de siluetas requeridos para nuestra instalación solamente se podría contar con la empresa Madwolftargets, pero esta no cumpliría con los requisitos requeridos para nuestra instalación, por lo que nos hemos visto obligados a buscar proveedores fuera de territorio nacional. Entre estos proveedores podríamos destacar T-rex Arms y Action Target.

Silueta		
Proveedor	Precio	
	Silueta	Total
T-rex Arms	2,50 €	125 €
Action Target	1,50 €	75 €
Madwolftargets	1,80 €	90 €

Tabla 5<sup>38</sup>: Proveedores de Siluetas

Tras analizar los precios y la variabilidad de las siluetas que las empresas podrían proporcionar, la seleccionada sería T-rex Arms, ya que aunque el precio fuera algo superior, la variabilidad de siluetas proporcionadas sería prácticamente irreplicable debido al software creado por esta. El precio por adquirir estas siluetas sería de **125€**

#### 4.4 Zona fría

En cuanto a los proveedores que podrían suministrar los cajones de descarga o zona fría dentro del territorio nacional podríamos destacar: Armería Alberdi, Arcas gruber, Ekipol y Nidec. Fuera de territorio nacional destaca la empresa estadounidense Action target.

<sup>37</sup> Tabla de elaboración propia con Microsoft Excel

<sup>38</sup> Tabla de elaboración propia con Microsoft Excel



Zona fría					
Proveedor	Precio				
	Zona fría arma larga	Zona fría arma corta	Cajón de descarga	Cabina de descarga	Total
Tradesegur	450 €	340 €	-	-	790 €
Action Target	480 €	315 €	-	-	795€ + envío
Armería Alberdi	820 €	Misma que arma larga	-	-	820 €
Arcas gruber	990 €	-	2 515€	5 355€	2 515€ / 5 355€
Ekipol	-	-	1 542€	-	1 542€
Nidec	1 210€	Misma que arma larga	-	-	1 210€

Tabla 6<sup>39</sup>: Proveedores de Zona fría

Dentro de las opciones disponibles entre los proveedores para las zonas frías o de descarga, el seleccionado sería Tradesegur ya que es capaz de proporcionar zonas frías para armas largas y cortas a un precio menor que la competencia manteniendo la calidad. La ventaja de adquirir una zona fría para arma larga y corta es la fluidez que genera a la hora de la comprobación del armamento. En cuanto al precio, sólo se adquiriría una zona fría para cada tipo de arma por un precio de **790€**.

#### 4.5 Sistemas lumínicos y de grabación

En cuanto a los sistemas de grabación, como se expuso anteriormente, las cámaras de grabación se cambiaron por el modelo Safire Nanpu SF-IPDM360-12 que permitiría una mejor grabación de los ejercicios ya que esta cámara permitiría la grabación en calidad 4K debido a su objetivo de ojo de pez y además permitiría la grabación nocturna hasta 15m. Dentro de los proveedores nacionales disponibles, el que más interesaría para este proyecto sería Securame ya que haría especial descuento cuantas más unidades se compraran.

Para las cámaras exteriores el modelo seleccionado sería X-Security PTZ 4 en 1. El proveedor que ofrecería el mejor precio sería Ipcenter con un precio mucho menor que sus rivales.

Cámara					
Proveedor	Precio				
	Cámara interior	Cámara exterior	6 cámaras interiores	4 cámaras exteriores	Total
Ipcenter	635 €	224,36 €	3 810€	897,44 €	4 707,44€
Mercasat	635 €	294,76 €	3 810€	1 179,76€	4 989,04€
Evoseguridad	635 €	281,40 €	3 810€	1 125,6€	4 935,4€
Securame	660€/Ud. 498€/ a partir de 2 Uds.	-	2 988€	-	2 988€

Tabla 7<sup>40</sup>: Proveedores de Cámaras

Para calcular el coste de todas las unidades de grabación haría falta tener en cuenta la disposición electrónica expuesta anteriormente donde aparecen 6 cámaras interiores y 4 exteriores. Una vez revisada la disposición y tras ver los precios se eligió los proveedores Securame para cámaras interiores e Ipcenter para exteriores. El precio de adquirir todos los dispositivos sería de:

<sup>39</sup> Tabla de elaboración propia con Microsoft Excel

<sup>40</sup> Tabla de elaboración propia con Microsoft Excel.



**2 988 €** cámaras interiores Securame

**897, 44€** cámaras exteriores Ipcenter

El precio total destinado a la adquisición de cámaras de grabación sería de **3 885, 44€**.

En referencia a los materiales que se utilizarían para el recubrimiento de las cámaras anteriores, podríamos destacar los proveedores Silatec, Mucho plástico y C24h que utilizarían un policarbonato antibalas. Entre estos dos proveedores el seleccionado sería C24h ya que aparte de que es un proveedor nacional, es más barato que el proveedor Silatec, que es alemán.

Cubre cámaras	
Proveedor	Precio
Silatec	300€/m <sup>2</sup>
C24h	272,6€/m <sup>2</sup>
Mucho Plástico	334,76 €/m <sup>2</sup>

**Tabla 8<sup>41</sup>: Proveedores de Cubre cámaras**

Teniendo en cuenta la anterior elección y que el recubrimiento de policarbonato antibalas solamente se utilizaría para proteger las 6 cámaras interiores, el coste de este material sería de:

Tamaño cámara: 51 mm alto x 168 mm diámetro. Área que ocuparía esta cámara sería de 0,008568 m<sup>2</sup> por lo que el precio del material para recubrir las cámaras sería de 0,008568 m<sup>2</sup> x 272,6 €/m<sup>2</sup> x 6 cámaras = **14, 01€**

#### 4.5 Coste de materiales

Tras el análisis anterior de los posibles proveedores junto con sus posibles precios se expondrá una tabla resumen con el precio total aproximado que costaría adquirir todos los productos. Únicamente hubieron dos productos de los que no se pudieron obtener presupuesto que fueron las puertas para el interior de la nave y los carriles KT 200 por falta de respuesta de los posibles proveedores.

Coste total aproximado	
Proveedores	Precio productos
Caucho Verdú	57 017, 64€
Ferretería Ortiz	1 434,39€
H-50 tactical	2 250€
Tradesegur	5 880€ + 790€
T-rex Arms	125 €
Ipcenter	897,44 €
Securame	2 988€
C24h	14,01 €
<b>TOTAL</b>	<b>71 396,48€</b>

**Tabla 9<sup>42</sup>: Coste aproximado del interior de la nave**

El Coste total aproximado de los materiales del interior de la instalación sería de **SETENTA Y UN MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS**.

<sup>41</sup> Tabla de elaboración propia con Microsoft Excel.

<sup>42</sup> Tabla de elaboración propia con Microsoft Excel.

## Capítulo 5: Distribución temporal del proyecto

Dentro de este capítulo se realizará un pequeño estudio de la distribución temporal aproximada que podría tener el desarrollo del proyecto. Para este estudio habría que resaltar que no se tuvo en cuenta el tiempo necesitado para el estudio de viabilidad del proyecto ya que esto sería obra del ingeniero politécnico que se ocupara de la obra, y el tiempo empleado en la búsqueda de la constructora, ya que esto no forma parte de los objetivos del proyecto.

Para llevar a cabo el estudio temporal se utilizaron las herramientas de la Estructura de desglose del trabajo (EDT) y el Diagrama de Gantt. Dentro de la EDT se puede observar una estimación temporal aproximada de la duración del proyecto completo, además del desglose de sus posibles actividades y sub actividades realizadas en el mismo. Habría que señalar que para las previsiones temporales de la realización de la obra solamente se tuvieron en cuenta los días laborables, es decir, de lunes a viernes, ya que en fin de semana no hay personal disponible en los acuartelamientos para distribuir de manera tan amplia la seguridad del mismo.

En cuanto al Diagrama de Gantt, se estudiaron los tiempos necesarios aproximados que se necesitarían para cada tarea dentro de la construcción de la obra. Para ello se tuvo en cuenta la experiencia del personal destinado en la Sección de obras del acuartelamiento, donde guiaron con ayuda de proyectos realizados previamente en el acuartelamiento, cuanto podría durar cada tarea dentro del acuartelamiento. Además de lo anterior la realización de este diagrama nos permitiría analizar la ruta crítica de todas las actividades del proyecto ya que algunas de estas actividades podrían realizarse de manera simultánea y por lo contrario, habría algunas otras que no podrían comenzar mientras que no finalizara la anterior. Debido a esto, se podrá observar cómo habrá actividades que no deberían de tener retrasos ya que por lo contrario retrasarían todo el proyecto.

Partiendo de la posible duración del proyecto y habiendo realizado un análisis histórico de precipitaciones del TFG [1], realizados en el aeropuerto de Bilbao, se decide que el periodo óptimo para la construcción del proyecto es del 29 de marzo de 2021 al 03 de agosto de 2021, teniendo en cuenta que dicha instalación no podría empezar a utilizarse hasta el 1 de enero de 2022 ya que este establecimiento debería de integrarse en el Plan de Instrucción Individual de la unidad.

A continuación se puede observar el tiempo estimado que debería de abarcar cada fase del proyecto:

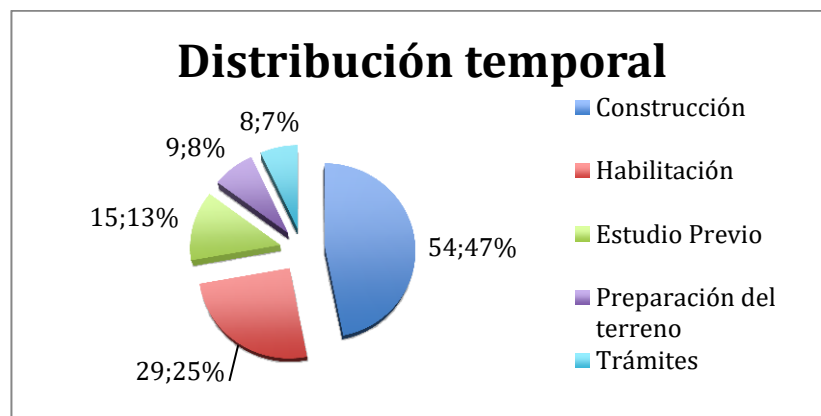


Ilustración 32<sup>43</sup>: Gráfico de distribución temporal

<sup>43</sup> Ilustración de elaboración propia realizada con Microsoft Excel



## Capítulo 6: Conclusiones y líneas futuras

Una vez realizados los estudios diarios del tipo de instrucción que realizan la mayoría de las unidades de nuestro ejército diariamente, tras haber recabado información sobre los cometidos que realizan nuestras unidades cuando despliegan en el exterior como instructores de otros ejército, y debido al tipo de combate actual, se puede asegurar la necesidad de una instalación que albergue las características expuestas previamente, así como la viabilidad de su construcción.

Este proyecto se basa en la construcción de una edificación de alta flexibilidad, realismo y movilidad, única en territorio español capaz de albergar todo tipo de ejercicios de fuego real con progresión de edificaciones, apertura de puertas con explosivos, trabajo en oscuridad e incluso movimiento de blancos los cuales pueden incluso interactuar en los ejercicios produciendo bajas mediante el sistema MILES. Tanto el tamaño de la instalación, como el tipo de revestimiento utilizado en su interior, el tipo de blancos, siluetas, y los sistemas de los mismos, hacen de esta instalación el lugar perfecto para que el personal que se instruya en ella sea capaz de perfeccionar sus capacidades de combate a niveles que no podría adquirir en otro tipo de instalación.

Se podría añadir que se han cumplido gratamente todos los objetivos del proyecto. Se realizó un amplio estudio de nuevos materiales a instalar en la infraestructura. Se llevó a cabo un análisis de posibles proveedores de estos nuevos materiales, así como un presupuesto aproximado de estos materiales con los proveedores disponibles. Y por último se realizó un estudio temporal de la duración aproximada de este proyecto.

Debido a lo anterior y tras los estudios realizados a lo largo del proyecto, se cree que sería muy positivo y necesario que este proyecto siguiera adelante con el principal objetivo de que todo el personal posible se instruyera en esta instalación, mejorando así su instrucción en vista a posibles operaciones donde se les puedan desplegar. Además podría decirse que el proyecto debería de seguir con un desarrollo continuo para adecuar las situaciones reales a al alcance de la edificación.

Para seguir con la mejora de este proyecto podrían añadirse unas líneas futuras que harían que esta instalación fuera incluso de mejor calidad que la expuesta anteriormente:

- Creación de un programa informático o de una aplicación móvil que se utilizara exclusivamente en este tipo de instalaciones y que permitiera a los instructores controlar los blancos estando dentro de la instalación y así observar de una manera más cercana cómo su personal sería capaz de solventar las situaciones de peligro.
- Desarrollar un programa informático similar al utilizado para la creación de las siluetas Chameleon Variable Threat System para así poder crear siluetas al gusto del instructor que fuera a utilizar la instalación y evitar así el gasto innecesario de tener que comprar las actuales a otros proveedores.
- Añadir a la infraestructura una zona subterránea para combate en zonas confinadas. La razón principal es que la 2ª Sección de la 3ª Compañía del Batallón Guipúzcoa es la especialista en combate subterráneo y zonas confinadas de la Brigada Guzmán el Bueno X. Con esta nueva zona se ahorraría mucho tiempo y dinero al no tener que transportar a la Sección a Pamplona.



## Bibliografía

- [1] P. Vázquez Rodríguez, “Construcción de una casa de tiro con blancos móviles en el acuartelamiento Soyeche”, Trabajo Fin de Grado IOI, Universidad de Zaragoza 2019.
- [2] F. Bañuls García, “Construcción de Instalaciones Deportivas: Campo de Tiro”, Trabajo Fin de Grado Arquitectura, Universidad Politécnica de Cartagena 2017.
- [3] “Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.”
- [4] “Real Decreto 1627 / 1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.”
- [5] Tradesegur Sistemas de Seguridad Ciudadana, “Catálogo Comercial, Galerías de tiro.”
- [6] MADOC, “Instrucción Técnica 01/06, Regulación de Instalaciones; Instalaciones para la Instrucción con Fuego Real en el Interior de Edificios (Casa de tiro)” 2006.
- [7] Norma UNE EN 1063. Abril 2001.
- [8] MADOC, “Plan de Instalaciones de Apoyo a la Preparación en los CENAD/CMT/BAE”, 2008.
- [9] MADOC, “Instrucción Técnica 18/09, Medidas Generales de Seguridad en Ejercicios de Adiestramiento con Fuego Real (LFX).” 2009.
- [10] INSPECCION GENERAL DEL EJÉRCITO. “Instrucción técnica 05/18. Medio ambiente”. Mayo 2018.
- [11] MADOC. “Norma 01/20, Uso de zonas ejercicios de fuego real”. Marzo 2020
- [12] “Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.”
- [13] Klein, “Architectural Interior Systems”
- [14] Action Target, “Clearing Traps cutsheet”
- [15] Norma UNE-EN 12193 “Iluminación de instalaciones deportivas”
- [16] Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión
- [17] Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios



### **Páginas web**

<http://www.gomavial.com>

<https://www.trex-arms.com>

<https://www.acerosurssa.es>

<https://tacticalonline.es>

<http://cauchoverdu.com>

<https://www.securityfloor.es>

<https://actiontarget.com>

<https://www.palram.com>

<https://www.klein-europe.com>

<https://www.maxpreven.com/>

<https://h50tactical.es/>

<http://livingfreeinokc.com/>

<https://www.sparks-military.com/en/>

<https://www.ekipol.es/>

<https://arcasgruber.com/>

<https://alternativaagricola.es/>

<https://www.sevitec.es/>

<https://www.mercasat.es/>



### Anexo 1: Vista de nave modulable<sup>44</sup>

En la siguiente ilustración se puede observar un ejemplo de cómo podría verse la instalación completa una vez finalizada su construcción. La instalación podría dividirse en la nave modulable propiamente dicha que sería el edificio de mayor tamaño. A su lado estaría la zona de espera, con la sala de control y el puesto de municionamiento en su interior. Rodeando estas estructuras estaría el perímetro asfaltado para facilitar el movimiento de vehículos si fuera necesario. Por último y de una altura superior a los edificios se encuentran los merlones de tierra que rodean toda la infraestructura para evitar accidentes.



Ilustración 33: Nave modulable

---

<sup>44</sup> Ilustración de elaboración propia realizada con SketchUp



## Anexo 2: Normativa

### Normativa del Ministerio de Defensa

- Resolución núm. 91/1994, de 3 de octubre, de la Secretaría de Estado de la Defensa por la que se aprueba la "Instrucción de Polvorines". Publicada en el BOD núm. 200 de 13 de octubre de 1994.
- Resolución número 92/1994, de 3 de octubre, de la Secretaría de Estado de la Defensa por la que se aprueba la "Instrucción de Galerías de Tiro abiertas para su empleo en las Fuerzas Armadas". Publicado en BOD núm. 200 de 13 de octubre de 1994.
- Instrucciones para la elaboración de proyectos de obras en el ámbito del Ministerio de Defensa, (Orden Ministerial número 118/2002, de 31 de Junio; BOD número 115 de 13 de junio de 2002).
- Norma 01/10. "Normalización y tipificación de obras en las BAE, s del ET".
- NME-2977/2011 Características del hormigón armado y del acero estructural para estructuras resistentes a explosiones aprobada por Resolución 320/3803/2011, de 22 de febrero, de la Dirección General de Armamento y Material, por la que se aprueban y se anulan normas militares españolas.
- Instrucción 55/2011, de 22 de julio, del Secretario de Estado de Defensa, por la que se aprueban las Normas sobre competencias y relaciones de los jefes de las bases, acuartelamientos o establecimientos con los órganos técnicos que en dichas dependencias realizan labores de dirección facultativa de obras.
- Instrucción Técnica 17/12 "Depósitos de material sensible en Bases, Acuartelamientos y Establecimientos (BAE, s) del Ejército de Tierra".
- Orden Ministerial 76/2013, de 17 de diciembre, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras en el ámbito del Ministerio de Defensa y actualizaciones sucesivas.
- Toda la serie de Instrucciones. M-1500. (Ministerio de Defensa).

### Normativa de Carácter General

- Decreto 462/71 de 11 de marzo de 1971, del Ministerio de Vivienda, Normas sobre redacción de Proyectos y Dirección de obras de edificación, y sus posteriores modificaciones (última vigencia 27/02/2015).
- Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura (Orden de 04 de junio de 1973, 13 a 16, 18, 23, 25 y 26 de junio de 1973, del Ministerio de Vivienda).
- Ley 38/99 de 5 de noviembre de 1999, Ley de Ordenación de la Edificación, y sus posteriores modificaciones (última vigencia 01/01/2016).
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, y sus posteriores modificaciones (última vigencia 05/11/2015).
- Real Decreto 314/2006, del Ministerio de la Vivienda del 17 de marzo de 2006, Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1220/2009, de 17 de julio, por el que se derogan diferentes disposiciones



en materia de normalización y homologación de productos industriales.

- Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad.
- 23/06/2017 Orden del Ministerio de Fomento 588/2017 se actualiza el DB-HE y el DB-HS.
- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- 30/06/2017 Se actualizan los comentarios del DB-SI y del DB-SUA, así como el Documento de Apoyo DA DB-SUA/2.

### Salud y Seguridad

- 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Jefatura del Estado. Prevención de Riesgos Laborales, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. En vigencia desde 31/03/1998 en función del progreso técnico, por Orden de 25 de marzo de 1998.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril de 1997 del Ministerio de Trabajo. Disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril de 1997 del Ministerio de Trabajo. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril de 1997, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo de 1997, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Utilización de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997 del Ministerio de la Presidencia. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, y sus posteriores modificaciones (última vigencia 24/03/2010).
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo, y sus posteriores modificaciones.



- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de la Jefatura del Estado. Reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, y sus posteriores modificaciones (última vigencia 27/12/2009).
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, y sus posteriores modificaciones.
- Ley 25/2009 de 22 de diciembre, de Jefatura del Estado, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 67/2010, de 29 de enero, de adaptación de la legislación de Prevención de Riesgos Laborales a la Administración General del Estado, y sus posteriores modificaciones (última vigencia 25/12/2014).
- Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

### Estructura

#### - Hormigón

- Real Decreto 2365/1985 de 20 de noviembre, del Ministerio de Industria y Energía, Armaduras Activas de Acero para hormigón pretensado.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

#### - Estructura de acero

- Real Decreto 2531/1985, de 18 de diciembre, por el que se declaran de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de los recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos, piezas y artículos diversos construidos o fabricados con acero u otros materiales féreos, y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.
- Real Decreto 314/2006, del Ministerio de la Vivienda del 17 de marzo de 2006, CTE DB SE-A Seguridad Estructural, Acero. Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).
- Real Decreto 751/2011 de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de acero estructural (EAE).

#### - Cimentaciones

- Real Decreto 314/2006, del Ministerio de la Vivienda del 17 de marzo de 2006, CTE DB



SE-C Seguridad Estructural, Cimientos. Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).

- Forjados

- Real Decreto 2702/1985, de 18 de diciembre, del Ministerio de Industria y Energía, Alambres trefilados lisos y corrugados para mallas electro soldadas y viguetas semirresistentes de hormigón armado para la construcción.
- Real Decreto 2365/1985, de 20 de noviembre, del Ministerio de Industria y Energía, Armaduras Activas de Acero para hormigón pretensado.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

- Ladrillo

- Real Decreto 314/2006, del Ministerio de la Vivienda del 17 de marzo de 2006, CTE DB SE-F Seguridad Estructural, Fábrica. Modificado en Abril de 2009.

- Edificación

- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, del Ministerio de Fomento. Norma de Construcción Sismo resistente. Parte general y edificación (NCSR-02).
- Real Decreto 314/2006, del Ministerio de la Vivienda del 17 de marzo de 2006, CTE DB SE- AE Seguridad Estructural, Acciones en la edificación. Modificado en Abril de 2009.

### Instalaciones

- Eléctricas e iluminación

- Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico (Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial, BOE de 9 de febrero de 1988).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, y sus posteriores modificaciones (última vigencia 14/02/2016).
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y sus posteriores modificaciones (última vigencia 30/06/2015).
- Real Decreto 314/2006, del Ministerio de la Vivienda del 17 de marzo de 2006, CTE DB HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación. Modificado en Junio de 2017.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 , y sus posteriores modificaciones (última vigencia 23/05/2010).
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y



sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, por el que se desarrolla la Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología.
- Contra el rayo
- Real Decreto 1428/1986, de 13 de junio, del Ministerio de Industria y Energía, Prohibición de pararrayos radiactivos. Modificado por el Real Decreto 903/1987, de 10 de julio.
- Real Decreto 314/2006, del Ministerio de la Vivienda del 17 de marzo de 2006, CTE DB SUA- 8 Seguridad de Utilización, Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.

#### Cubierta

- Real Decreto 314/2006, del Ministerio de la Vivienda del 17 de marzo de 2006, CTE DB HS Salubridad. Modificado en Junio de 2017.

#### Residuos

- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, y sus posteriores modificaciones.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Real Decreto 314/2006, del Ministerio de la Vivienda del 17 de marzo de 2006, CTE DB HS-2 Salubridad, Recogida y Evacuación de Residuos.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, y sus posteriores modificaciones.

#### Medio Ambiente

- Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, y sus posteriores modificaciones (última vigencia 05/05/2001).
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, y sus posteriores modificaciones (última vigencia 07/10/2015).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

#### Pliegos de recepción

- Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE.



- Resolución de 19 de agosto de 2013, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se amplían los anexos I, II y III de la Orden de 29 de noviembre de 2001, por la que se publican las referencias a las normas UNE que son transposición de normas armonizadas, así como el período de coexistencia y la entrada en vigor del mercado CE relativo a varias familias de productos de construcción.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16). (Corrección de errores 27 de octubre de 2017).



### Anexo 3: Ofertas

A continuación se exponen las ofertas expuestas por las empresas Security floor y Caucho Verdú respectivamente.

- **Security floor**

Estimado Pedro;

En **Security Floor** estamos especializados en suelos de seguridad, por lo que nuestras losetas de caucho ofrecen todas las garantías de un producto de fabricación nacional.

Ideales para parques infantiles, guarderías, patios, terrazas,, zonas de piscinas, comunidad de vecinos, y cualquier lugar donde sea necesario una seguridad añadida, evitando accidentes en lugares de ocio y juego.

Perfectamente preparadas para actividades deportivas, en gimnasios, salas de pesas, evitando posibles lesiones, y actividades como la halterofilia, con nuestras losetas especialmente diseñadas para esta actividad.

También es apto para la industria como pavimento antifatiga, y para la protección de animales en hípicas y cuadras.

Disponemos de diferentes medidas, acabados y formatos, rampas, esquineras, bordillos, etc.

Importante destacar nuestro sistema de anclaje invisible (por la parte inferior de la loseta), que facilita enormemente la instalación y gran ahorro de cola. Se pueden instalar sin cola ni pegamentos por cualquier usuario.

Nuestras losetas con anclaje machihembrado de 3cm y 4cm, disponen de unas lenguetas inferiores, que se montan sin necesidad de pegarlas al suelo, por lo que representa un gran ahorro en cola, y tiempo de instalación. No se mueven, y no se deforman.

**Beneficios y propiedades que disponen nuestras losetas:**

- **-Reducción de impactos;** A mortiguantes para caídas y golpes, ofreciendo mayor protección.
- **-Antivibración;** . Aislante acústico, reduce las vibraciones producidas para que no se propaguen a la parte inferior.
- **-Resistente;** Suelo de gran durabilidad, evita el desgaste por impactos de otros materiales.
- **-Antifatiga.** Requerido para evitar el cansancio y lesiones en pies, rodillas y columna vertebral.
- **-Drenante** . Para uso exterior es permeable al agua, y evita que esta se quede en la superficie.
- **-Fácil limpieza.** Superficie de fácil limpieza con agua o aspiración, sin que sea necesario otros productos.
- **-Antideslizante.** El gravado de las losetas de caucho le otorga propiedades antideslizantes.
- **-No tóxico.** Fabricado con materiales que no desprenden gases ni olores y totalmente reciclable.
- **-Aislante térmico** . Gracias a su composición, el frío no se propaga a la superficie de las losetas de caucho.
- **-Versatil** . Se instala fácilmente sobre cualquier superficie, sea cemento, ladrillo o tierra.

**PRECIO LOSETA DE CAUCHO ONDULADA PARA GALERIA DE TIRO:**

100X100X 35/45mm = negro: 35,00€/m<sup>2</sup> + 3,00€/m<sup>2</sup> otros colores (Teja, verde).

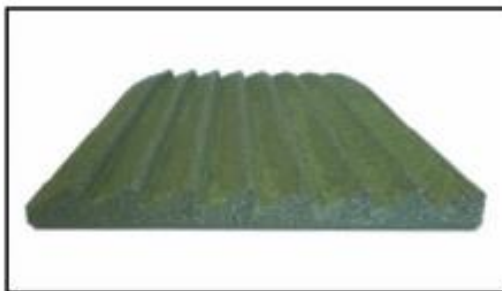


- **Caucho Verdú**

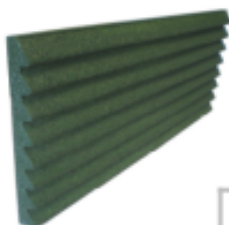
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>	
Medidas	1000x500x35/45mm
Materiales	Granulado de caucho reciclado reforzado con poliuretano
Colores	Rojo, verde, negro, azul, gris plomo y gris perla
Densidad (g/cc)	1,06 g/cm <sup>3</sup>
Dureza Shore A	80 ± Shore
Resistencia a la abrasión	130
Resistencia al fuego	M 3

Otras características:

- Fácil limpieza e impermeables, de esta forma evita que se depositen residuos de pólvora y evitar el riesgo de incendio.
- Amortiguación y absorción de impactos.
- Acción insonorizante.
- Resistente a las condiciones climatológicas adversas (adecuado para campos de tiro)
- Material ecológico. Estas placas protectoras están fabricadas con neumáticos de camión fuera de uso, seleccionados para su utilización por empresas del grupo soledad, por lo que garantizamos que no contienen trazas de otros materiales que puedan ser dañinos o peligrosos.



**Loseta campo de tiro**



<b>Espesor</b>	<b>Color</b>	<b>Color</b>
50 mm	Rojo, negro	Verde, gris perla, gris plomo, azul
<i>Prrecio</i>	<b>21,74 €/m<sup>2</sup></b>	<b>23,74 €/m<sup>2</sup></b>



### Anexo 4: Project Charter<sup>45</sup>


PROJECT CHARTER		 Centro Universitario de la Defensa Zaragoza		TRABAJO FIN DE GRADO			
<b>Título:</b>	DISEÑO DE NAVE MODULABLE PARA ADIESTRAMIENTO EN ZONAS URBANIZADAS, CON POSIBILIDAD DE EMPLEO CON FUEGO REAL		<b>Fecha:</b>	02/10/2020			
<b>Project Leader:</b>	Pedro Pérez García		<b>Localización:</b>	Aritz Bidea, Munguía, Bizkaia			
<b>Equipo de proyecto:</b>	Pedro Pérez García (Project Manager, Diseño, Calidad, etc)						
<b>Personal:</b>	Empresa de construcción de la obra, personal de la USAC						
<b>Stakeholders:</b>	Coronel Jefe , Mandos y Tropa del Regimiento de Infantería Garellano 45, Personal del GAR de la Guardia Civil, Personal del CNI del País Vasco, Policía autonómica del País Vasco, Otras unidades del ET, Escalón de Mantenimiento de Vehículos y USAC del Regimiento, Comandancia de Obras de Burgos						
<b>Descripción del proyecto:</b>							
Construcción de una nave para adiestramiento en zonas urbanizadas con paredes modulares y posibilidad de empleo con fuego real. Dentro de la misma instalación se podrán hacer progresiones a través de puertas, ventanas o butrones, con posibilidad de empleo de agentes fumígenos. Además se dotará la instalación con blancos móviles, los cuales podrán causar bajas entre el personal que se está instruyendo por medio del sistema Milles.							
<b>Business case:</b>							
Con la construcción de esta instalación, el personal del Regimiento de Infantería Garellano 45 podrá realizar una instrucción mucho más realista que la que han realizado hasta el momento ya que tendrán la oportunidad de hacer progresiones por edificaciones que podrán cambiar al gusto del instructor, podrán hacer fuego real en el interior de la edificación, cosa que no habían realizado nunca hasta el momento. Además podrán enfrentarse al hecho de tener que identificar distintos tipos de siluetas , lo que ayudará gratamente su instrucción.							
<b>Requisitos</b>							
Tras un estudio social llevado a cabo en el Acuartelamiento , se ha llegado a la conclusión de que la construcción de esta infraestructura sería de gran ayuda para la instrucción tanto del personal de la unidad como de otras unidades de FCSE. La principal razón de este estudio es que actualmente la mayoría de las misiones que se están llevando a cabo se desarrollan en entornos urbanos por lo que esta instalación sería puntera en cuanto a la variedad de sus posibles usos							
<b>Objetivos</b>							
Para la construcción de la nave los principales objetivos serán: cumplir con toda la normativa vigente al respecto, ceñirse lo mayormente posible al presupuesto de la obra, ajustar al máximo los tiempos de cada etapa de la obra.							
<b>Principales entregables e hitos</b>		<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha Fin</b>		<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha fin</b>	
<b>Proyecto</b>		23/11/2021	03/08/2021	M4	Construcción de la infraestructura	23/06/2021	23/06/2021
M1	Solicitud de obra	23/11/2020	02/12/2020	M5	Instalación del material interior de revestimiento	24/06/2021	28/06/2021
M2	Inicio de la obra	29/03/2021	29/03/2021	M6	Instalación del tendido eléctrico	29/06/2021	06/07/2021
M3	Fin de movimientos y hallanamientos del terreno	08/04/2021	08/04/2021	M7	Comienzo de uso de la instalación	01/00/2022	01/00/2022
<b>Restricciones del proyecto</b>							
Falta de fondos, Negación de la obra por parte de la cuarta subinspección de obras, Problemas en la construcción de la instalación							
<b>Riesgos</b>							
El principal riesgo y por ello el más restrictivo es la falta de fondos para la construcción de la instalación							
<b>Aprobación y firma:</b>			<b>Fecha:</b>	06/11/2020			

Ilustración 34: Project Charter

<sup>45</sup> Ilustración de elaboración propia realizada con Microsoft Word



### Anexo 5: EDT<sup>46</sup>

Proyecto: Diseño de nave modulable para adiestramiento en zonas urbanizadas, con posibilidades de empleo con fuego real												
Project manager: Pedro Pérez García												
ID	Actividad	Recursos	Descripción	Responsable	Área	Optimista	Medio	Pesimista	DEA	DSA	Límite Superior	Límite Inferior
1	Proyecto completo					65	115	168	116	51,51	167,5	64,49
2	Project Kick-off		Reunión de definición y autorización del proyecto									
2,1	Generación de la agenda		Definición de hitos y fechas de relevancia	Perez	Todas	1	3	6	3,33	2,517	5,847	0,813
2,2	Programación de actividades		Crear un calendario a partir del cual empezar el proyecto	Perez	Todas	1	3	6	3,33	2,517	5,847	0,813
3	Análisis de Mercado											
3,1	Realizar encuestas de mercado		Encuestas al personal de la USAC sobre posibles proveedores o materiales	Perez	Compras	2	5	8	5	3	8	2
3,2	Estudio de posibles proveedores	Datos de los posibles proveedores	Análisis de empresas de construcción cercanas al Acuartelamiento	Perez	Compras	2	5	8	5	3	8	2
3,3	Estudio de instalaciones similares	Intranet	Análisis de otras instalaciones para estudiar carencias y soluciones	Perez	Compras	3	6	9	6	3	9	3
4	Análisis de viabilidad Técnica											
4,1	Estudio de la construcción	Proyectos similares del Acuartelamiento	Comprobación del terreno donde se haría la construcción y alrededores	Perez	Calidad	2	4	7	4,33	2,517	6,847	1,813
5	Análisis de viabilidad Social											
5,1	Encuestas al personal del Regimiento Garelano 45		Encuestas sobre si sería interesante para la instrucción diaria al personal	Perez	Personal	2	4	7	4,33	2,514	6,844	1,816
5,2	Encuestas a otras FCSE		Encuestas a otros cuerpos de seguridad del País Vasco como GAR, etc.	Perez	Personal	4	6	10	6,67	3,05	9,72	3,62
6	Solicitud de permisos y licencias											
6,1	Solicitud al Jefe del Regimiento Garelano 45		Solicitud de construcción de la infraestructura al Coronel Jefe del Acuartelamiento	Perez	Project Manager	1	2	3	2	1	3	1
6,2	Solicitud para la construcción	Fichas modelo de necesidades técnicas	Solicitud de construcción a la 4ª Sub Inspección General	Perez	Personal	1	2	3	2	1	3	1
6,3	Solicitud para la construcción y acondicionamiento	Fichas modelo de necesidades técnicas	Solicitud de construcción a la Comandancia de Obras	Perez	Construcción	2	4	5	3,67	1,523	5,193	2,147
7	Habilitación											
7,1	Adquisición de equipo necesario		Adquirir equipo y material necesario para la obra	Perez	Compras	6	9	12	9	3	12	6
7,2	Acondicionamiento de alrededores de la zona	Maquinaria de la USAC	Limpieza de malezas y posibles obstáculos	Perez	Construcción	4	7	9	6,67	2,517	9,187	4,153
8	Construcción											
8,1	Limpieza de la zona de construcción	Maquinaria de la USAC	Acondicionamiento del terreno, desbrozado, alisado, etc.	Perez	Construcción	3	7	10	6,67	3,511	10,181	3,159
8,2	Obra		Construcción del edificio	Perez	Construcción	10	15	20	15	5	20	10
8,3	Asfaltado alrededor del edificio y taludes	Maquinaria y personal de la USAC	Arreglo del asfalto de alrededor y establecimiento de los taludes de alrededor	Perez	Construcción	2	4	6	4	2	6	2
9	Instalaciones											
9,1	Instalación de recubrimientos de interior	Personal especializado y maquinaria de la constructora	Instalación de los recubrimientos interiores y limpieza	Perez	Personal	12	16	20	16	4	20	12
9,2	Instalación eléctrica y de extractores	Personal especializado y maquinaria	Instalación eléctrica de cuadros eléctricos, cámaras, cabina de control	Perez	Personal	4	7	10	7	3	10	3
9,3	Instalación de seguridad y blancos	Personal especializado	Instalación de alarmas y luces	Perez	Personal	3	6	9	6	3	9	3

Ilustración 35: EDT

<sup>46</sup> Ilustración de elaboración propia realizada con Microsoft Excel



### Anexo 6: Diagrama de Gantt<sup>47</sup>

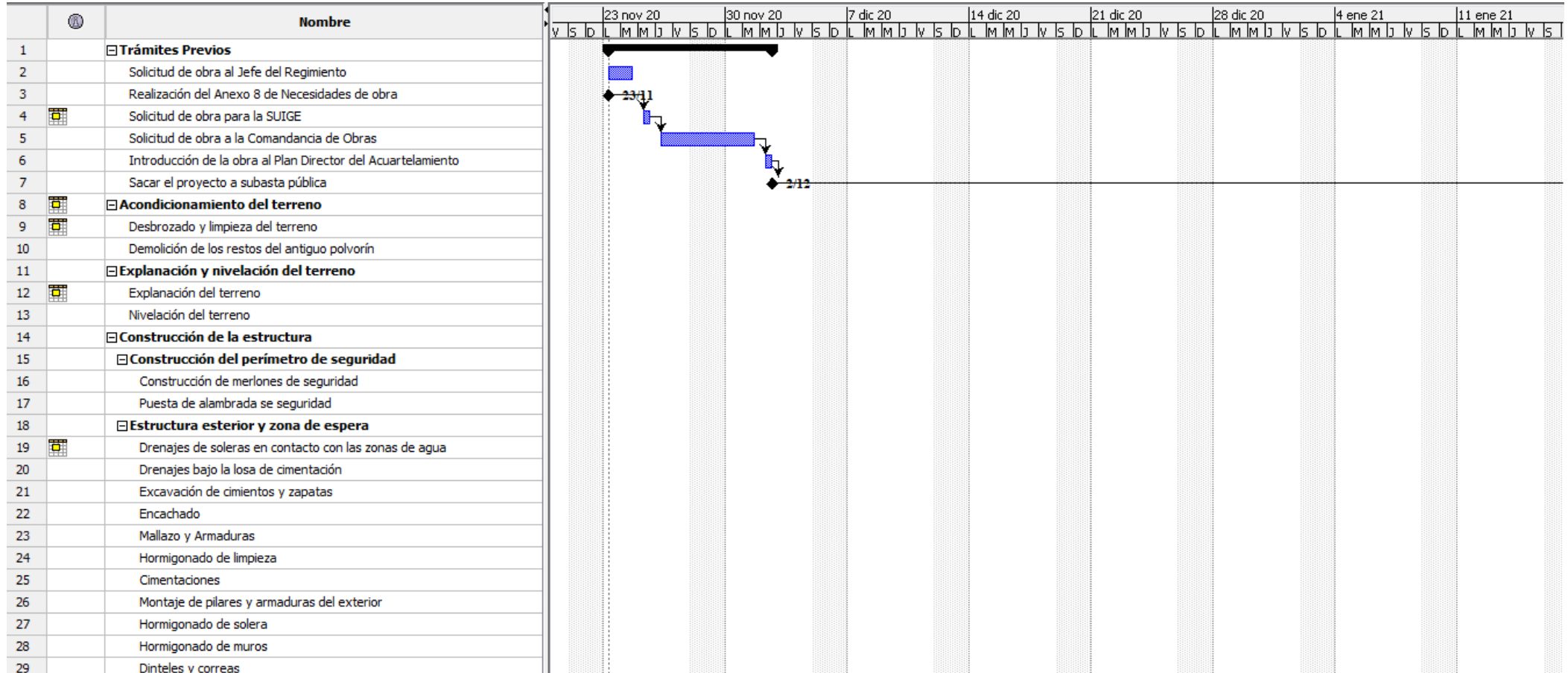
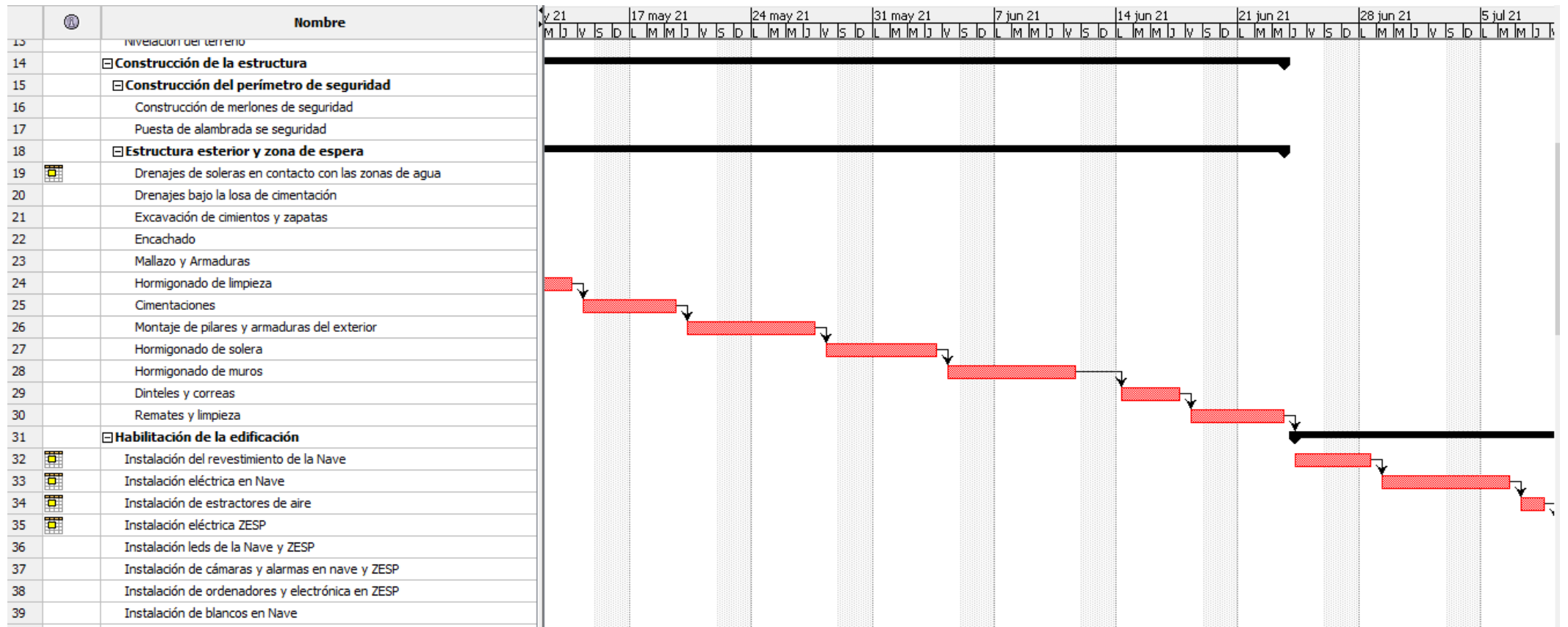
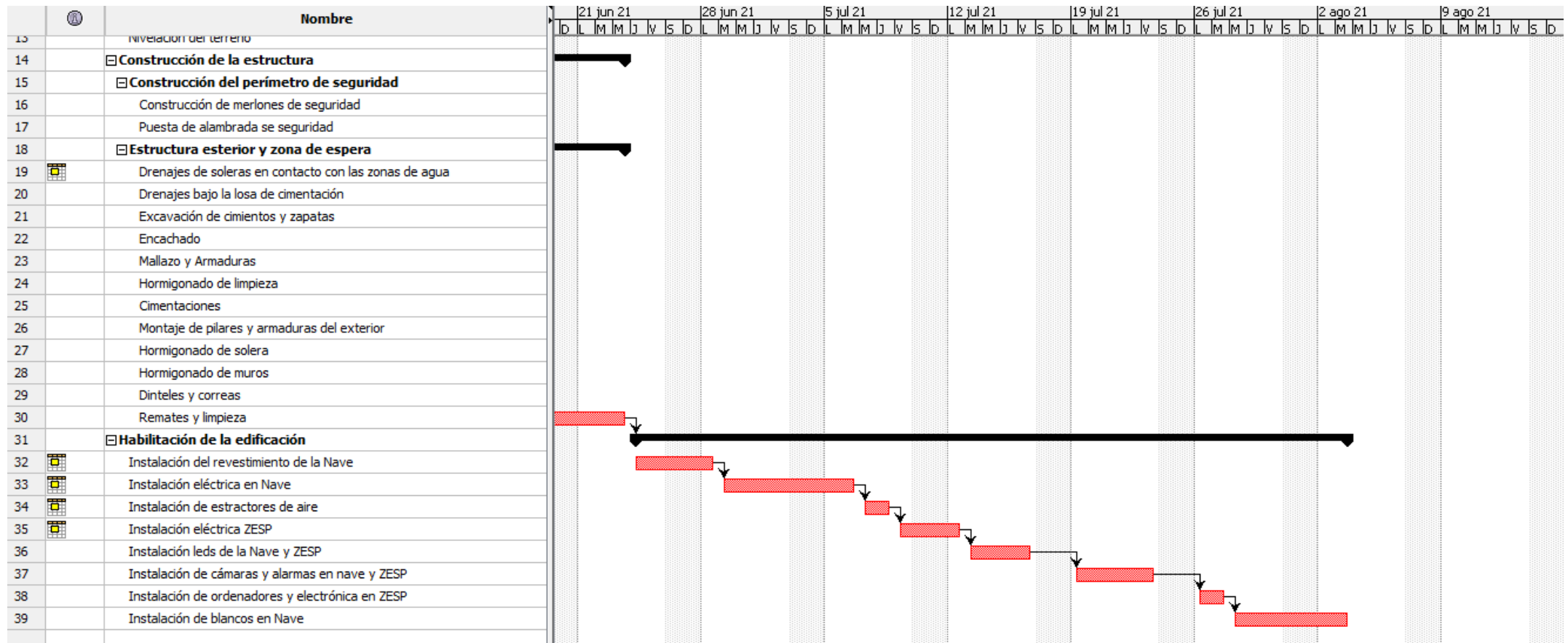


Ilustración 36: Diagrama de Gantt

<sup>47</sup> Ilustración de elaboración propia realizada con Project Libre











		Nombre	Duracion	Inicio	Terminado
1		<b>Trámites Previos</b>	<b>8 days</b>	<b>23/11/20 8:00</b>	<b>2/12/20 17:00</b>
2		Solicitud de obra al Jefe del Regimiento	2 days	23/11/20 8:00	24/11/20 17:00
3		Realización del Anexo 8 de Necesidades de obra	0 days	23/11/20 8:00	23/11/20 8:00
4		Solicitud de obra para la SUIGE	1 day	25/11/20 8:00	25/11/20 17:00
5		Solicitud de obra a la Comandancia de Obras	4 days	26/11/20 8:00	1/12/20 17:00
6		Introducción de la obra al Plan Director del Acuartelamiento	1 day	2/12/20 8:00	2/12/20 17:00
7		Sacar el proyecto a subasta pública	0 days	2/12/20 17:00	2/12/20 17:00
8		<b>Acondicionamiento del terreno</b>	<b>4 days</b>	<b>29/03/21 8:00</b>	<b>1/04/21 17:00</b>
9		Desbrozado y limpieza del terreno	2 days	29/03/21 8:00	30/03/21 17:00
10		Demolición de los restos del antiguo polvorín	2 days	31/03/21 8:00	1/04/21 17:00
11		<b>Explanación y nivelación del terreno</b>	<b>5 days</b>	<b>2/04/21 8:00</b>	<b>8/04/21 17:00</b>
12		Explanación del terreno	3 days	2/04/21 8:00	6/04/21 17:00
13		Nivelación del terreno	2 days	7/04/21 8:00	8/04/21 17:00
14		<b>Construcción de la estructura</b>	<b>54 days</b>	<b>9/04/21 8:00</b>	<b>23/06/21 17:00</b>
15		<b>Construcción del perímetro de seguridad</b>	<b>4 days</b>	<b>9/04/21 8:00</b>	<b>14/04/21 17:00</b>
16		Construcción de merlones de seguridad	3 days	9/04/21 8:00	13/04/21 17:00
17		Puesta de alambrada se seguridad	1 day	14/04/21 8:00	14/04/21 17:00
18		<b>Estructura exterior y zona de espera</b>	<b>50 days</b>	<b>15/04/21 8:00</b>	<b>23/06/21 17:00</b>
19		Drenajes de soleras en contacto con las zonas de agua	4 days	15/04/21 8:00	20/04/21 17:00
20		Drenajes bajo la losa de cimentación	4 days	21/04/21 8:00	28/04/21 17:00
21		Excavación de cimientos y zapatas	3 days	27/04/21 8:00	29/04/21 17:00
22		Encachado	3 days	30/04/21 8:00	4/05/21 17:00
23		Mallazo y Armaduras	3 days	5/05/21 8:00	7/05/21 17:00
24		Hormigonado de limpieza	4 days	10/05/21 8:00	13/05/21 17:00
25		Cimentaciones	4 days	14/05/21 8:00	19/05/21 17:00
26		Montaje de pilares y armaduras del exterior	6 days	20/05/21 8:00	27/05/21 17:00
27		Hormigonado de solera	5 days	28/05/21 8:00	3/06/21 17:00
28		Hormigonado de muros	6 days	4/06/21 8:00	11/06/21 17:00
29		Dinteles y correas	4 days	14/06/21 8:00	17/06/21 17:00
30		Remates y limpieza	4 days	18/06/21 8:00	23/06/21 17:00
31		<b>Habilitación de la edificación</b>	<b>29 days</b>	<b>24/06/21 8:00</b>	<b>3/08/21 17:00</b>
32		Instalación del revestimiento de la Nave	3 days	24/06/21 8:00	28/06/21 17:00
33		Instalación eléctrica en Nave	6 days	29/06/21 8:00	6/07/21 17:00
34		Instalación de extractores de aire	2 days	7/07/21 8:00	8/07/21 17:00





		Nombre	Duracion	Inicio	Terminado
35		Instalación eléctrica ZESP	2 days	9/07/21 8:00	12/07/21 17:00
36		Instalación leds de la Nave y ZESP	4 days	13/07/21 8:00	16/07/21 17:00
37		Instalación de cámaras y alarmas en nave y ZESP	5 days	19/07/21 8:00	23/07/21 17:00
38		Instalación de ordenadores y electrónica en ZESP	2 days	26/07/21 8:00	27/07/21 17:00
39		Instalación de blancos en Nave	5 days	28/07/21 8:00	3/08/21 17:00