

Trabajo Fin de Grado

IMPLEMENTACIÓN DE INNOVACIONES TÉCNICAS EN LAS INSTALACIONES DE TIRO DEL MOE

Autor

CAC D. Antonio Miguel España Torices

Director/es



Director académico: Dra. Silvia M. Vicente Oliva.

Director militar: Capitán D. Luis Molero Urdiales

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2022

Agradecimientos

En primer lugar, querría agradecer la labor de mis tutores, sin su ayuda y su guía habría sido literalmente imposible llevar a cabo este trabajo, ellos han sabido conducirme cuando estaba perdido y ayudarme a continuar cuando no encontraba el modo. También me gustaría dar las gracias a mis cuadros de mando del arma de Ingenieros, así como a los profesores militares y civiles que me han prestado su ayuda sin dudarlo. En tercer lugar, no podría olvidar el apoyo y la gran acogida del GOE III, me gustaría agradecerle a cada miembro su ayuda y su guía no solo en cuanto al TFG se refiere si no incluso en cuanto a mi carrera militar, la estancia allí me ha hecho crecer como futuro oficial y como persona, y es un período de mi vida que jamás olvidaré. Por supuesto doy también las gracias al resto del personal del MOE por su permanente disponibilidad. Por último y no por ello menos importante, no podría no mencionar a mi familia y amigos, sin su apoyo, comprensión y ayuda este camino habría sido mucho más arduo.

RESUMEN

El combate actual se desarrolla en un escenario híbrido y un ambiente cambiante. Muchas de las operaciones se ven envueltas de una forma u otra en guerras asimétricas, en las cuales no se sabe qué esperar del enemigo porque pueden no seguir las mismas reglas de enfrentamiento. Es por eso por lo que es imperativo realizar una constante evaluación de los medios disponibles para verificar que se ajustan a las necesidades propias y que aportan la instrucción que las unidades necesiten.

Las innovaciones que este proyecto desea implementar, dotan a las unidades de operaciones especiales de unas instalaciones y unos medios que propiciarán un ambiente seguro en el que trabajar las cualidades y habilidades que se esperan de todo tirador en las operaciones que se están llevando a cabo, debido a que el enemigo actual, por lo general, trabaja en grupos minoritarios que tratan de compensar su deficiencia de medios técnicos y personal llevando el combate a zonas urbanizadas, donde los espacios son reducidos y pueden hacer uso de la población civil no combatiente.

Para llevar a cabo este proyecto se han realizado entrevistas y encuestas al personal del Mando de Operaciones Especiales y se ha realizado un análisis del estado del arte, para poder encontrar la solución óptima a las necesidades y limitaciones de la Unidad.

De esta manera, este proyecto aporta todos los medios necesarios para recrear un ejercicio de tiro en el que se simula un enfrentamiento en un espacio reducido, trabajando la respuesta del equipo operativo bajo unas condiciones determinadas de estrés. A partir de este trabajo, se propone, entre otras mejoras, la implementación de blancos automáticos, el uso de materiales parabalas y la construcción de un foso de tiro.

Palabras clave

INNOVACIÓN, INSTRUCCIÓN, ADIESTRAMIENTO, TIRO Y MODERNIZACIÓN.

ABSTRACT

Today's combat takes place in a hybrid scenario and a changing environment. Many operations are involved in one way or another in asymmetric wars, in which one does not know what to expect from the enemy because they may not follow the same rules of engagement. That is why it is imperative to constantly evaluate the available means to verify that they fit one's own needs and that they provide the instruction that the units need.

The innovations that this project wishes to implement, provide the special operations units with facilities and means that will provide a safe environment in which to work on the qualities and skills expected of all shooters in the operations that are being carried out, due to the fact that the current enemy, in general, works in minority groups that try to compensate for their deficiency of technical means and personnel by taking the combat to urbanized areas, where spaces are reduced and they can make use of the non-combatant civilian population.

In order to carry out this project, interviews and surveys have been conducted with the Special Operations Command personnel and an analysis of the state of the art has been carried out, in order to find the optimal solution to the needs and limitations of the Unit.

In this way, this project provides all the necessary means to recreate a shooting exercise in which a confrontation is simulated in a reduced space, working on the response of the operational team under certain stress conditions. From this work, it is proposed, among other improvements, the implementation of automatic targets, the use of parabolic materials and the construction of a shooting pit.

Keywords

INNOVATION, INSTRUCTION, TRAINING, SHOOTING Y MODERNIZATION.



INDICE DE CONTENIDO

<i>Agradecimientos</i>	III
RESUMEN	IV
Palabras clave.....	IV
ABSTRACT	V
Keywords	V
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	4
OBJETIVO	4
ALCANCE	4
METODOLOGÍA.....	4
3. ESTADO DEL ARTE	9
Tipos de blancos	9
Sistema de blancos abatibles NTGS.....	9
Blanco SAAB BT 18 BX.....	11
Blanco multifuncional de Zen Technologies	12
Materiales parabalas	13
Caucho antirrebote.....	13
Cortinas de caucho	13
Cortina anti-fragmentos	14
Fosos de tiro	15
Foso de tiro del CMT Álvarez de Sotomayor (Viator, Almería) perteneciente a la BRILEG.....	15
Foso de tiro de Cerro Muriano (Córdoba) perteneciente a la Brigada «Guzmán el Bueno» X	16
4. ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES	17
CMT Agost	17
Descripción y zonas.	17
Polígono de combate urbano.	18
Polígono C-IED (Counter Improvised Explosive Device)	18
Canchas de tiro.	18
Vaguada de tiro instintivo.....	18



Campo de lanzamiento de granadas.....	18
Pasillo de fuego.....	19
Asentamiento tiradores de precisión.....	19
Espaldones y orografía.....	19
CMT Foncalent.....	19
Galería de tiro.....	20
5. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	21
Análisis.....	21
Blancos automáticos.....	21
Materiales Parabalas.....	26
Foso de tiro.....	29
Resultados.....	32
Blancos automáticos.....	32
Materiales Parabalas.....	32
Foso de tiro.....	32
6. NORMATIVA VIGENTE.....	35
7. MANTENIMIENTO.....	36
8. CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE ACCIÓN FUTURAS.....	38
CONCLUSIONES.....	38
LIMITACIONES Y LINEAS FUTURAS.....	39
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
ANEXOS.....	41



INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Vista general de blanco fijo. Fuente: CENAD de San Gregorio.	9
Figura 2 Soporte sobre raíles. Fuente: CENAD de San Gregorio.	10
Figura 3 Blanco BT 18 de SAAB. Fuente SAAB.	11
Figura 4 Blanco multifuncional fijo. Fuente: Zen technologies.	12
Figura 5 Blanco multifuncional sobre plataforma móvil. Fuente: Zen technologies.	12
Figura 6 Galería de tiro revestida de caucho antirrebote. Fuente: Cauplast Soluciones.	13
Figura 7 Los dos modos de instalación de las láminas de caucho. Fuente: http://www.galeriasdetiro.com	14
Figura 8 Cortinas de caucho conformadas por Gomavial. Fuente: Gomavial	14
Figura 9 Cortina anti-fragmentos. Fuente: GTS electrónica.	15
Figura 10 Dimensiones de los fosos de tiro. Fuente: UAPRE	15
Figura 11 Distribución de la zona de tiro. Fuente: Norma Foso de Tiro del CMT Cerro Muriano FEB16	16
Figura 12 Imagen obtenida del GOE III	17
Figura 13 Asentamientos para los ejercicios de tiro. Fuente: Google Maps.....	18
Figura 14 Imagen obtenida del Informe del GOE III sobre la zona	19
Figura 15 Imagen obtenida de Google Maps.....	19
Figura 16 Canalón adaptado para la instalación de un rail de blanco móvil. Fuente: Google Maps	20
Figura 17 Croquis de la galería de tiro. Fuente: Plan de evacuación de la galería de tiro.....	20
Figura 18 Gráficas radiales sobre las características de los materiales. Elaboración propia.	27
Figura 19 Medida de los distintos gaviones de Hesco Bastion. Fuente: Hesco Bastion.....	31
Figura 20 Dimensiones del foso de tiro acotadas en metros. Fuente: Elaboración propia.	33
Figura 21 Vista en perspectiva del diseño del foso de tiro. Fuente: Elaboración propia.....	33
Figura 22 Contenedor de arena para descarga. Fuente: Elaboración propia.....	34



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Registro sobre los ejercicios de tiro realizados durante el período de prácticas externas. Elaboración propia.	5
Tabla 2 Ficha técnica de la entrevista cualitativa. Elaboración propia.	6
Tabla 3 Ficha técnica de la encuesta. Elaboración propia.	6
Tabla 4 Escala Likert. Elaboración propia.	7
Tabla 5 Puntuaciones finales de cada fabricante. Fuente: Elaboración propia.	25
Tabla 6 Aspectos técnicos de los materiales. Elaboración propia.	26
Tabla 7 Ventajas y desventajas de los materiales parabalas estudiados. Fuente: Elaboración propia.	28
Tabla 8 Ventajas e inconvenientes de las distintas opciones para los muros de protección del foso de tiro. Fuente: Elaboración propia.	31
Tabla 9 Matriz RACI para la asignación de responsabilidades de mantenimiento. Elaboración propia.	37



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Clasificación de la muestra por edad. Fuente: Elaboración propia	6
Gráfico 2 Clasificación de la muestra por años de servicio y escala. Fuente: Elaboración propia	7
Gráfico 3 Necesidades propuestas por los encuestados. Fuente: Elaboración propia.....	21
Gráfico 4 Resultados de la valoración de atributos en función de la edad. Fuente: Elaboración propia.....	24



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CMT	Campo de maniobras y tiro
E	Este
N	Norte
NE	Noreste
NW	Noroeste
O	Oeste
S	Sur
SE	Sureste
SW	Suroeste
ZURB	Zona urbana
JEAPRE	Jefatura de apoyo a la preparación
TFG	Trabajo Fin de Grado
TTPs	Técnicas, tácticas y procedimientos
ZE	Zona de espera
PL	Posición de lanzamiento
PCC	Posición de control del campo
ZC	Zona de caída
CQB	Close quarters battle
ET	Ejército de Tierra
UAPRE	Unidad de apoyo a la preparación
GCG	Grupo de Cuartel General



1. INTRODUCCIÓN

Si apartamos las lanzas o el lanzamiento de cualquier objeto arrojado con el objeto de defenderse o cazar el tiro se remonta al paleolítico, con el tiro con arco. Desde entonces el arco y las flechas han sido fundamentales para la supervivencia del ser humano y, aunque fuera inventado para cazar, finalmente se adoptó como instrumento de guerra.

La evolución desde las armas manuales hasta las armas de fuego se produjo debido al nacimiento de la pólvora. Se cree que la pólvora (mezcla inflamable compuesta generalmente de nitrato de potasio, azufre y carbón, que a cierto grado de calor se inflama desprendiendo bruscamente gran cantidad de gases) tuvo su origen de manera fortuita en China en torno al siglo IX. Su hallazgo parece ser fruto de las investigaciones de algún alquimista que, en su búsqueda del elixir de la eterna juventud, dio por accidente con la fórmula del explosivo. En las armas de fuego antiguas el propelente era la pólvora negra, en cambio, en las modernas se utiliza pólvora sin humo o cordita. Se piensa que antes del Siglo XIII, en China ya se utilizaban cañones hechos de tubos de bambú para lanzar proyectiles al enemigo y el bambú sería sustituido por metales aún más resistentes. En el siglo posterior, el uso de estos cañones se extendería a toda Europa, aunque se tardó mucho tiempo en dominar este arte debido a la complejidad de encontrar metales que aguantaran la enorme presión que provocaba la explosión que tenía lugar en el interior de los mismos. Tras la primera mitad del Siglo XIV aparecen muchos más casos de armas de fuego, algunos países comenzaron a experimentar con algunas de estas armas que podían ser transportadas por una sola persona.

En un principio las armas de fuego eran poco fiables e inseguras, evolucionando con el paso del tiempo hasta la actualidad para convertirse en una herramienta bélica fiable y ampliamente extendida.

De la misma forma que las armas de fuego han evolucionado desde aquel mosquete, inventado por españoles, que funcionaba siendo alimentado por avancarga; la instrucción de tiro y las necesidades que tiene el ejército dista mucho de lo que se trabajaba hace unas décadas. (1) Las unidades que son desplegadas hoy en día trabajan en un ambiente cambiante, deben ser capaces de hacer frente a amenazas difíciles de catalogar o clasificar; es complicado tener la noción o la medida exacta de cómo responder y por ello, medida más segura y eficiente es dotarles de un amplio abanico de herramientas con las que responder en un espectro difuso y cambiante. En "Hybrid Warfare and Challenges" (2) el autor afirma que el futuro de las guerras no se presentará en forma de modelos opuestos y puros si no que tendrá una naturaleza híbrida¹; en la cual, los ejércitos enemigos emplearían estrategias asimétricas, los aparatos estatales entrarían en colapso y se comportarían como bandas armadas dedicadas al contrabando y al pillaje. Además, estos grupos insurgentes se dotarían de sistemas de armas que hasta la fecha solo poseían los ejércitos.

Debido al significativo cambio en las Técnicas, Tácticas y Procedimientos (TTPPs) empleados en operaciones y el paso de la guerra convencional a la guerra asimétrica, en

¹ El concepto de **guerra híbrida** aparece en varios documentos oficiales norteamericanos, pero alcanza su mayor esplendor tras la invasión rusa de Crimea. Este nuevo concepto supera la guerra asimétrica, y en él se incluyen aquellos esfuerzos a diferentes niveles que tienen el objetivo de desestabilizar un estado funcional y provocar una polarización de su sociedad.



el que el enemigo, por el hecho de estar en inferioridad trata de llevarse el enfrentamiento a espacios donde el rival no pueda aprovechar su ventaja; en general, el conflicto actual se desarrolla en un entorno urbano, donde por si fuera poco se suma la complejidad de tener en cuenta el uso de población civil no solo como espía sino como escudo humano. La guerra de Irak, entre Estados Unidos y los insurgentes, es uno de los mejores y más actuales ejemplos de guerra asimétrica, en la que las bandas acaban recurriendo a tácticas atípicas como la guerra de guerrillas, el terrorismo, la guerra sucia² o la desobediencia civil³.

Es por todo esto por lo que se hace imperativo trabajar cualidades del tirador o del operador que no habían sido tan cruciales antes, como el tiempo de reacción, la capacidad de discriminar amigo-enemigo, hacer fuego en el interior de edificios...

En España existen muchas instalaciones para poder adiestrar a un equipo operativo, aunque las actualizaciones y mejoras, así como analizar determinadas carencias facilitarían a los equipos unas instalaciones adecuadas y cercanas, ya que el hecho de no tener estas implementaciones dentro del acuartelamiento y con disponibilidad, disminuye las horas útiles de instrucción debido a los desplazamientos y a las tareas asociadas a la coordinación entre unidades si las instalaciones son compartidas.

Las instalaciones de tiro del MOE no están actualizadas (3), la última norma de uso data del año 2015 y el proyecto más reciente fue la construcción de un asentamiento de tiro de precisión cuyo informe se elevó a la Jefatura de apoyo a la preparación (JEAPRE) en 2016. Esta falta de nuevos proyectos se debe a la complejidad en materia de coste y seguridad que dificulta su aprobación. A la hora de elegir las nuevas implementaciones no se ha tenido en cuenta la viabilidad, sino la seguridad y que económicamente sean realistas. Otros factores la falta de vigilancia en algunos CT que hacen imposible o difícil dejar allí cualquier tipo de material sensible hace que se hayan revisado implementaciones fáciles de instalar y mover de un sitio a otro.

El fin de esta implementación de innovaciones es apoyar a la instrucción y preparación de los equipos, pudiendo servirse para ello de:

- Ejercicios en seco en los que el objetivo es la repetición de gestos que lleven a la obtención de destrezas mediante la memoria muscular. No se necesitan medios ni instalaciones.
- Ejercicios con fuego de simulación, que permiten simular enfrentamientos, así como observar reacciones reales bajo estrés. Se requiere armamento y munición de simulación, pero pueden realizarse en cualquier instalación con unas medidas mínimas de seguridad.
- Ejercicios con fuego real, que no permiten la realización de enfrentamientos, requieren instalaciones específicas y homologadas para este uso, permiten ver la evolución gracias a los ejercicios de tiro en seco y simulación, y por último determinan las TTPs a practicar en seco o con simulación.

Los ejercicios en seco y con medios de simulación son útiles, pero no salva la carencia de medios a la hora de realizar ejercicios con fuego real. Existen campos de tiro, líneas de blancos... Pero las instalaciones necesitan ser permanentemente actualizadas

² Se utiliza para denominar a la intervención de ejércitos, grupos paramilitares o terroristas con el fin de hacer frente a grupos disidentes u opositores. En la guerra asimétrica los frentes no están reconocidos.

³ Acto de desacatar una norma de la que se tiene obligación de cumplimiento.



de manera que permitan trabajar cualidades del tirador tan importantes en las zonas de operaciones actuales como son la adquisición de objetivos, el tiempo de reacción y la velocidad para hacer fuego, la puntería, así como la identificación y discriminación de blancos.

Lo que se busca es dar la posibilidad de trabajar y mejorar todas estas habilidades que todo tirador debería potenciar e implementar este trabajo poco a poco en ejercicios cada vez más complejos y dinámicos de manera que no se dejen de entrenar las cualidades individuales de cada tirador, especialmente dentro de una maniobra como puede ser:

- Aproximación en un tema de ofensiva.
- Evoluciones, despliegues y repliegues.
- Cometidos propios de ataque en terreno abierto.
- Reacción ante emboscadas.

Este trabajo realiza una exposición de los objetivos y descripción de la metodología para presentar el estado del arte de blancos automáticos, materiales parabalas y fosos de tiro, y analizar el estado actual de las instalaciones atendiendo a la necesidad de implementar ciertas innovaciones que permitan renovarlas y actualizarlas. Seguidamente se expondrá la normativa vigente aplicable, así como las implementaciones propuestas en este Trabajo Fin de Grado (TFG).

Así mismo, se realizará una comparativa de estas implementaciones y, a la vista de los resultados, se propondrán las opciones más acertadas, así como unas pautas de mantenimiento y posibles líneas futuras para mantener las instalaciones actualizadas.



2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

OBJETIVO

El objetivo principal de este proyecto es la recopilar, analizar y presentar innovaciones técnicas que permitan al MOE actualizar y restaurar sus instalaciones de tiro, renovando la forma en la que se instruyen los operadores.

Cada innovación recogida en este proyecto, a semejanza de un ejercicio de tiro cualquiera, tiene unos objetivos secundarios que en este caso son:

- Obtener o mejorar las destrezas individuales.
- Comprobar la colocación y el ajuste de equipo y armamento.
- Obtener o mejora las destrezas de equipo.
- Realizar las comprobaciones de seguridad para validar TTPs.
- Integrar las destrezas individuales en TTPs colectivas.

ALCANCE

El alcance de este proyecto comprende y aborda las siguientes cuestiones:

- Conocer las necesidades y cualidades a trabajar asociadas a la instrucción de tiro según la doctrina del Ejército de Tierra.
- Conocer las necesidades en instrucción de tiro del MOE teniendo en cuenta los escenarios actuales.
- Conocer las diferentes implementaciones que se han llevado a cabo en diferentes unidades con el fin de mejorar la instrucción en el tiro, así como hacer un análisis de mercado de otras posibles implementaciones.
- Elaborar un estado del arte sobre dichas implementaciones.
- Emplear una metodología válida que analice las posibles implementaciones con el fin de producir alternativas factibles con las que mejorar la instrucción de tiro del MOE.
- Proponer como solución, de manera razonada, una implementación de varias innovaciones seguras y viables que aumenten las posibilidades y calidad de los ejercicios de tiro que se llevan a cabo en el MOE.

Quedará fuera del alcance de este proyecto la realización de pruebas experimentales o ensayos sobre los materiales parabalas, que pongan a prueba los requisitos técnicos, estudiar la viabilidad económica o elaborar un presupuesto.

METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos propuestos, en este proyecto se ha trabajado con una metodología mixta de índole cualitativa y cuantitativa.

En primer lugar, se hizo un sondeo superficial de las implementaciones disponibles y de cuales se están llevando a cabo en el resto de las unidades españolas o internacionales en los últimos años. Para ello se solicitó información a órganos externos al MOE como el CENAD de San Gregorio, la UAPRE del Tercio "Don Juan de Austria", la Base "Cerro Muriano", y empresas como SAAB, Action Target, Zen Technologies, GTS electrónica y COHEMO⁴, así como investigación propia de

⁴ Todos los acuartelamientos respondieron y aportaron documentación, pero en el caso de las empresas, pese a que respondieron, no siempre aportaron la información que se les solicitaba.



fuentes secundarias de información pública a través de internet. Con esta información se desarrolló un criterio selectivo de qué podría aplicarse y qué podría ser necesario, siendo entonces necesario visitar las instalaciones que el MOE utiliza para la instrucción de tiro, además de asistir a los ejercicios que figuran en la tabla. Ello permite realizar una recopilación tanto de información para proponer un estado del arte sobre los blancos, materiales parabalas y fosos de tiro actuales, como del estado actual de las instalaciones disponibles en el CMT Agost, CMT Foncalent y la galería de tiro.

FECHA	ARMAMENTO	LUGAR	N.º PARTICIPANTES
09SEPT21	Ametralladora pesada.	CMT AGOST	18
10SEPT21	Fusil	CMT FONCALENT	6
14SEPT21	Fusil de precisión	CMT AGOST	4
07OCT21	Fusil y pistola	CMT AGOST	16
14OCT21	Fusil y pistola	CMT FONCALENT	16

Tabla 1 Registro sobre los ejercicios de tiro realizados durante el período de prácticas externas. Elaboración propia.

Se realizó una investigación de tipo cualitativo⁵ a los expertos de cada equipo en la instrucción de tiro, así como personal de otros Grupos de Operaciones Especiales (GOEs) y de la Unidad de Operaciones Especiales (UOE), de estas se sacaron las distintas carencias que el MOE necesitaba suplir o mejorar con mayor urgencia (ANEXO A). De la misma manera se detectó la necesidad de ejercicios de fuego real en el interior de edificaciones (4), más ejercicios de fuego instintivo y blancos automáticos. Respecto a la forma en la que se realizó esta entrevista, en primer lugar, se contactó con cada uno de los expertos en instrucción de tiro de cada grupo del GOE III, así como de la UOE y personal de la BOEL XIX. Se comenzó explicando el ámbito de aplicación y el alcance del proyecto. Contextuada la entrevista se preguntó acerca de la instrucción de tiro.

En segundo lugar, se quiso saber sobre las instalaciones de las que disponían para los ejercicios realizados para la instrucción y los medios de apoyo de los que se pudieran servir. Se preguntó que necesidades habían detectado o que implementaciones habían conocido en ejercicios con otras unidades o colaboraciones con otros países. Finalmente, habiendo llegado al tema de los blancos móviles, se preguntó a los entrevistados que qué cualidades debería tener un blanco automático para que fuese útil para el Mando de Operaciones Especiales. (ANEXO B)

⁵ La investigación de tipo cualitativa es aquella que recopila datos para describir un tema que es objeto de estudio.



A continuación, se presenta la ficha técnica del trabajo de campo relacionado con la entrevista:

ÁMBITO	Mando de Operaciones Especiales
Objetivo	Obtención de necesidades en el ámbito de la innovación técnica para la mejora de la instrucción de tiro en las instalaciones del MOE
Universo	Personal especializado en la instrucción de tiro de cada equipo operativo (7)
Recogida de información	Entrevista oral con guion orientativo
Tratamiento	Cualitativo
Fecha de realización	13SEPT21-17SEPT21

Tabla 2 Ficha técnica de la entrevista cualitativa. Elaboración propia.

Posteriormente se realizó una encuesta al personal del GOE III con el fin de detectar las necesidades en la instrucción que los equipos podían notar y valorar las exigencias sobre blancos automáticos. La encuesta se compone de:

Ámbito	Mando de Operaciones Especiales
Objetivo	Valorar la implementación de blancos automáticos
Universo	Personal de todas las escalas encuadrado en el MOE
Recogida de información	Mediante encuesta diseñada por Google Forms
Muestra	58 personas
Tratamiento	Cuantitativo
Fecha de realización	06SEPT21-16SEPT21

Tabla 3 Ficha técnica de la encuesta. Elaboración propia.

La muestra que contestó a las preguntas se encuentra caracterizada en los siguientes gráficos, donde se puede observar que la mayoría de los encuestados son menores de 30 años. El personal en general es gente muy antigua, lo que confirma que se trata de personal muy experimentado.

- Tres (3) preguntas para clasificar a la población.

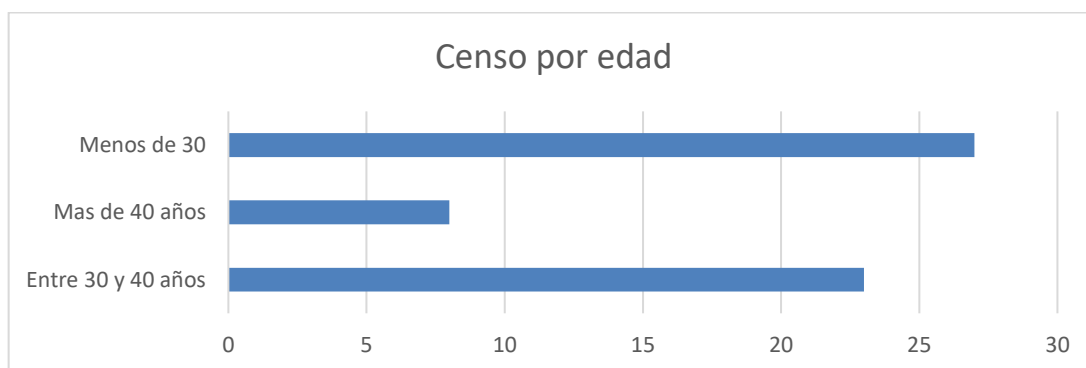


Gráfico 1 Clasificación de la muestra por edad. Fuente: Elaboración propia

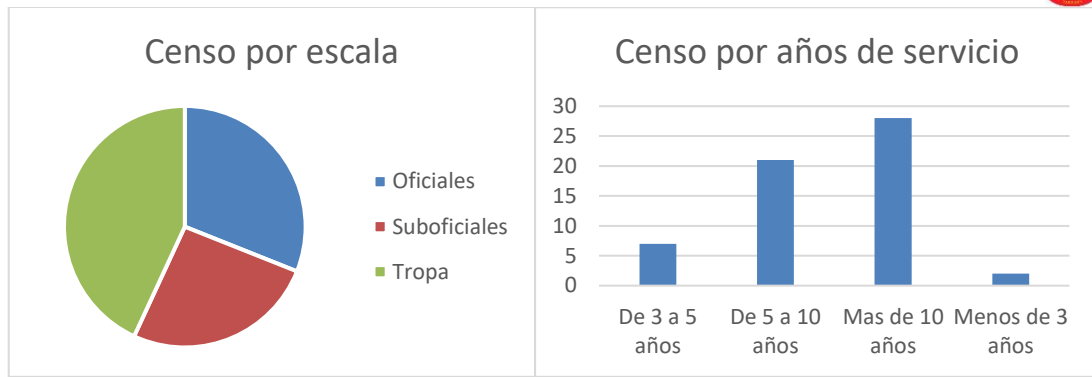


Gráfico 2 Clasificación de la muestra por años de servicio y escala. Fuente: Elaboración propia

- Dos (2) preguntas abiertas con el fin de detectar necesidades o atributos a valorar en los blancos automáticos que no hubiesen aparecido en las entrevistas.
- Y, por último, nueve (9) preguntas influenciadas por la información obtenida y sintetizada de las entrevistas de las que se obtuvieron cinco (5) atributos indispensables en los blancos automáticos y otras cuatro (4) preguntas que buscan valorar y confirmar la necesidad y viabilidad de instalar blancos automáticos en las instalaciones de tiro del MOE. Para responder a estas nueve (9) preguntas se estableció una escala Likert⁶ que comprendía los valores del 1 al 5:

5	Extremadamente viable	Extremadamente necesario	Extremadamente importante
4	Muy viable	Muy necesario	Muy importante
3	Algo viable	Algo necesario	Algo importante
2	No muy viable	No muy necesario	No muy importante
1	Nada viable	Nada necesario	Nada importante

Tabla 4 Escala Likert. Elaboración propia.

Con este escalamiento tipo Likert (5) lo que buscamos es realizar una recolección de información o datos de carácter cualitativo pero que, al forzar a quienes aportan información a optar por un rango de posibles respuestas permite realizar posteriormente un tratamiento de tipo cuantitativo. Esta herramienta, permite, entre otras posibilidades, calificar de positivo o negativo cada ítem evaluado e incluso realizar comparaciones entre cuales son mayormente percibidos como positivos o negativos. De esta forma evitamos respuestas extremas o una encuesta bipolar, dando la opción de diferenciar entre rangos de positividad o negatividad e incluso se ofrece una posición neutral.

Por último, las características encuestadas con la escala Likert, así como otros requisitos que en las preguntas abiertas se habían propuesto, han recibido una ponderación. Con esta ponderación, teniendo en cuenta las fichas técnicas de los blancos, se ha puntuado cada modelo para apoyar la elección de uno u otro.

⁶ La escala Likert o escala de satisfacción es una pregunta que utiliza una escala de normalmente 5 o 7 puntos. Presenta un rango de opiniones que va de un extremo a otro y suele incluir una opción moderada o neutral, por eso suele tener un número impar de opciones.



El análisis, no solo de la información obtenida, sino de su procedencia y de los cambios en función de la población permite extrapolar los resultados y aplicarlos con distintos enfoques. En este caso, se utilizarán los resultados para la construcción de una tabla comparativa en la que los distintos atributos se ponderarán con pesos diferentes.

Tras sintetizar toda la recolección de información básica obtenida de las encuestas y de las entrevistas, se extraen unas conclusiones que permiten obtener una visión general de aquellas implementaciones que podrían ser más convenientes para el MOE en función de sus necesidades, su personal y sus instalaciones disponibles. Estudiando estas alternativas no solo estructuralmente sino, técnica y funcionalmente, así como la normativa vigente, se elabora el estado del arte.

En el caso del análisis de los materiales parabolas, habiendo detectado los problemas y necesidades respecto a los ejercicios con fuego real e instintivo se realiza una investigación de campo, contando con la ayuda del personal entrevistado, las encuestas ya mencionadas, y la ayuda de empresas expertas en el empleo de estos materiales como ELAPLAS, Y FIXER PAVIMENTOS. Otras empresas como TRADESEGUR o GOMAVIAL no colaboraron, pero la información de sus páginas web fue suficiente.

Mediante esta investigación de campo se llegó a tres materiales ya empleados en el sector y con buenos resultados.

Toda esta información junto a las fichas técnicas facilitadas por las empresas condujo a la elaboración de una tabla comparativa con la que distinguir los puntos fuertes y las debilidades de cada material e ilustrarlo mediante una tabla de Ventajas-Inconvenientes.

Por último, para analizar el proyecto de un foso de tiro, en primer lugar, se estudiará en detalle el estado del arte. Cada foso presentado en el estado del arte está proyectado de una forma distinta con sus ventajas e inconvenientes. En segundo lugar, se realizará el estudio del suelo con el mayor detalle posible teniendo en cuenta que se carece de un laboratorio y de los medios necesarios para analizar la composición del suelo en la zona. Además de un estudio del suelo para conocer el terreno, se analizará la situación de la zona y qué procedimientos tendré que llevar a cabo para preparar el terreno. Se estudiarán los recursos hídricos y como pudiera. Tras este análisis, se presentarán las opciones más viables y se compararán viendo las ventajas y desventajas de cada una.



3. ESTADO DEL ARTE

Tipos de blancos

Aunque se dispone de blancos fijos, las necesidades de la unidad han dejado ver que no son suficientes. Tanto en empresas líder en este mercado (5), como en otras unidades se han encontrado alternativas a los convencionales blancos fijos que aumentan exponencialmente las posibilidades de los ejercicios de tiro. Entre los blancos automáticos encontramos los siguientes modelos:

Sistema de blancos abatibles NTGS

El sistema se compone de una serie de Blancos Fijos y Blancos Móviles, controlados desde una estación de control remoto que registra en todo momento los impactos recibidos y aplica la ejecución en función de la configuración del ejercicio. Es viable su uso con armas individuales y colectivas de 5,56 mm, 7,62 mm y 9 mm, así como con fusiles de precisión de hasta 12,7 mm.

Su diseño cumple el estándar IP65⁷, resistiendo la acción del polvo, barro, arena, ambiente salino y proyecciones normales en caso de impacto cercano, así como las condiciones meteorológicas habituales, pudiéndose usar en caso de lluvia, nieve, altas o bajas temperaturas.

El sistema es fácilmente transportable por dos (2) personas, intuitivo en su manipulación, y la instalación es rápida y no requiere herramientas especiales.

El sistema es completamente autónomo durante al menos una jornada de 8 horas o más de 200 ciclos. Un ciclo se compone de un recorrido de 50 metros, dos elevaciones y dos abatimientos.

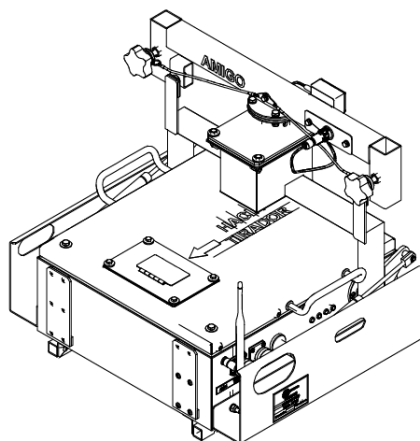


Figura 1 Vista general de blanco fijo. Fuente: CENAD de San Gregorio.

Las siluetas son fácilmente intercambiables; incluyendo los blancos estándar en el ET (blancos Ø 1 m y Ø 0,5m), las siluetas del sistema y siluetas 3D. El sistema también permite colocar siluetas dobles o reversibles que brindan la opción de presentar a voluntad una silueta pudiendo ser identificada como amigo, enemigo o neutral.

El Blanco posee cuatro (4) indicadores led de carga de batería para distinguir entre los distintos niveles de carga y comprobar que existe una conexión correcta del sistema. Además, posee en uno de los laterales la entrada de alimentación para su conexión a una caja de baterías o una caja de alimentación

Está provisto de una salida de audio para conectar a altavoces y reproducir sonidos asociados a una amenaza.

⁷ IP65: Equipo hermético al polvo y protegido contra el agua proyectada.



El Blanco fijo dispone de un sistema de iluminación para tiro nocturno que permite la iluminación residual ajustable del blanco y una luz estroboscópica que permite la simulación de fogonazo. Para ejercicios con cámara térmica también dispone de un conector de salida de 12Vcc para poder acoplar un sistema que reproduce la firma térmica de una persona.

El sistema localizador de impactos se acopla en un conector lateral, lo que permite utilizar este localizador con cualquier silueta, detectar el punto de impacto y transmitirlo a la estación de control.

El Blanco fijo es capaz de realizar los siguientes movimientos en un tiempo no superior a un (1) segundo:

- Abatimiento de 90° grados
- Giro de 180°
- Movimiento combinado, pudiendo realizar giros sobre el eje vertical.

El Blanco fijo es se puede instalar sobre una plataforma convirtiéndolo en móvil, pero para poner en funcionamiento este sistema será necesaria la instalación de unos railes sobre los que la plataforma móvil se desliza.

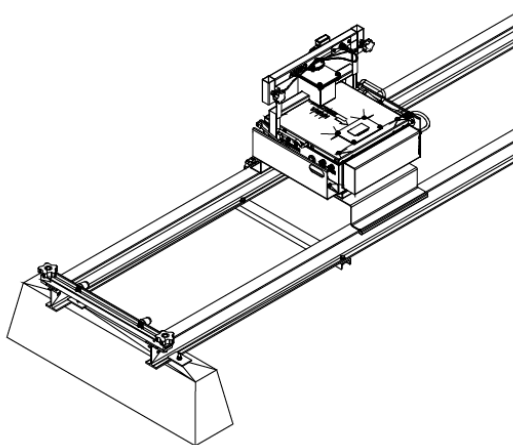


Figura 2 Soporte sobre railes. Fuente: CENAD de San Gregorio.

La velocidad con la que se pone en marcha la plataforma se indica en la estación de control, pudiendo determinarse entre uno 1 y 16 Km/h.

Desde la misma estación se puede volver a ubicar el blanco en la silueta, de manera que se pueden utilizar siluetas de distintos tamaños y tipos configurando el punto de impacto.

El localizador de impactos además de poder detectar aquellos disparos que no impacten en el blanco (Con un aura de 4x3 metros), los contabiliza y los registra esto permite configurar determinados parámetros:

- Impactos para abatir: Cuántos impactos debe recibir el blanco para abatirse.
- Tiempo tras impacto: Segundos que permanecerá el blanco abatido antes de levantarse de nuevo.
- Impactos muerte: Número de impactos que debe recibir el blanco para que ya no se levante más (estado muerto).
- Número de impactos No OK (silueta AMIGO o NEUTRAL) e impactos OK (silueta ENEMIGO).



Blanco SAAB BT 18 BX

El blanco del fabricante SAAB tiene un indicador de batería que permite controlar el estado de la carga y confirmar su funcionamiento. Aunque tiene un conector de alimentación a la corriente eléctrica, incluye una batería externa que le aporta una autonomía de al menos ocho (8) horas ó 200 ciclos. El peso del blanco fijo es de 29 Kg y la batería externa 6 Kg. No existe la posibilidad de instalarlo sobre plataforma móvil, siendo el modelo móvil más pesado y difícil de transportar (SAAB BT 37MX /RX Peso: 42 Kg)

El BT 18 BX permite un rango de movimientos muy amplio, pudiendo hacer giros de 90° en las cuatro (4) direcciones horizontales.



Figura 3 Blanco BT 18 de SAAB. Fuente SAAB.

En cuanto al blanco móvil, soporta siluetas de mayor entidad e incluso de carros de combate y vehículos tipo pick-up. Se recomienda dejar instalada la plataforma móvil por la complejidad de su instalación debido al peso de ésta (42 Kg sin baterías)

La regulación de velocidad, por ser compatible con blancos de carros, tiene varios parámetros configurables:

- Velocidad: 0-45 Km./h
- Aceleración máxima: 0-40 Km./h en 50 m
- Efecto de frenado máximo: 40-0 Km./h en 50 m

No existe la posibilidad de implementar siluetas dobles o reversibles. Aunque con el detector de impactos y trayectoria LOMAH sí que es posible modificar el centro de impactos y por lo tanto compatible con otras siluetas. También es posible incluir siluetas 3D.

El sistema de detección de trayectoria LOMAH 700 de 5º generación se implementa al blanco fijo permitiendo reconocer la trayectoria de los proyectiles que impacten en el blanco e incluso aquellos que no impacten, pero pasen por un aura medible de hasta 4x3 metros. Además, este sistema puede indicar la velocidad con la que llega el proyectil, información muy útil para la validación de tablas y estudio de la balística en los equipos de tiradores de precisión. Todo esto permite confirmar el impacto o corregir en milímetros al tirador desde cualquier distancia siempre y cuando se tenga la estación de control remoto.

Tiene un sistema led para su iluminación en ambiente nocturno y otro led que simula las ráfagas de disparos enemigos; desde la estación de control, gracias al temporizador y a la respuesta del led, el sistema de blancos brinda la oportunidad de configurar una gran variedad de ejercicios programados.



Blanco multifuncional de Zen Technologies

Se trata de un sistema electromecánico y versátil compuesto por varios blancos programables para realizar distintos movimientos encadenados y reaccionar a uno o varios impactos de formas determinadas. Su hardware ruggedizado cumple con el estándar IP65 por lo que es adecuado tanto para exteriores como para galerías interiores.



Figura 4 Blanco multifuncional fijo. Fuente: Zen technologies.

El sistema puede funcionar tanto por alimentación 230 V AC como por batería con una autonomía de al menos seis (6) horas o 150 ciclos siempre y cuando la batería se conserve entre 0°C-50°C.

Es portable y fácil de operar. Además, posee un sistema de iluminación para ejercicios en ambiente nocturno.

Permite al instructor variar desde la estación de control el tiempo de exposición de cada blanco de manera individual, así como unos sensores de movimiento que activan el blanco cuando el tirador se acerca.

No es compatible con otras siluetas, no emite flash de simulación ni tiene posibilidad de huella térmica, tampoco tiene audio ni salida auxiliar para conectar a algún equipo.

Si que puede instalarse sobre plataforma móvil con un control remoto que lo podría acelerar desde los 5 Km/h hasta los 60 km/h.



Figura 5 Blanco multifuncional sobre plataforma móvil. Fuente: Zen technologies.

El sistema de Zen cuenta con siluetas reversibles, pero no 3D. Incluyendo la batería, el peso del blanco es de 32 Kg por unidad.

Por último, tiene una gran versatilidad de movimiento, aunque para aprovecharnos de ella hay que cambiar la posición del blanco fijo. Su indicador de batería permite comprobar el estado de la carga y si comienza a funcionar de manera adecuada, y su controlador remoto asiste al instructor para la mayoría de los fallos electrónicos que pueda tener el sistema.



Materiales parabalas

Tras ser detectada la necesidad de realizar ejercicios de fuego real en el interior de edificaciones, así como ejercicios de tiro instintivo en movimiento y con fuego real, se llegan a dos problemas:

- El gran deterioro que produce el fuego real.
- Crear un ambiente seguro para el personal instruido.

Con este fin se estudian, desde distintas galerías de tiro como la de Orihuela (6), como la casa de goma de Rota o incluso galerías de tiro civiles como la de Zaragoza (Range Shooting).

Caucho antirrebote

Son unas placas onduladas de caucho compactado que ayudan a absorber y frenar los impactos de proyectil

Son insonorizantes, su diseño rompe la onda sonora. Para mayor protección suele instalarse una capa de lana de roca de 40 mm de espesor, o paneles de aglomerado, entre la protección de la estructura (madera) y el parabalas; este fonoabsorbente no aporta ninguna protección extra frente a los efectos destructivos de un proyectil. (7)

Su gran capacidad amortiguadora resiste los impactos sin dejar marca. Su instalación es sencilla de la misma forma que lo es su intercambio. Cada plancha tiene un tamaño de 1.000 x 500 x 50 mm, aunque el espesor podría variar en función del fabricante.



Figura 6 Galería de tiro revestida de caucho antirrebote. Fuente: Cauplast Soluciones.

La alta resistencia mecánica de estas planchas se debe a que están ligadas con una capa de poliuretano. Como se observa en la tabla posee una gran dureza que le permite absorber el impacto sin deformarse. Todo esto unido a su alta resistencia mecánica hacen del caucho antirrebotes una gran alternativa para la protección del interior de los edificios. (7)

Según el fabricante *Fixer* (7), el material presenta una inflamabilidad media pero la capa de poliuretano le proporciona una mayor impermeabilidad.

Su aplicación deberá ser siempre fijadas en las paredes y sobre madera, de forma que el caucho rompa la onda sonora y absorba la energía del impacto.

Por último, cabe destacar que la vida útil del caucho antirrebote es de 100.000 impactos por metro de superficie. (6)

Cortinas de caucho

Conformado con caucho natural, estos parabalas de cortina pueden emplearse tanto en interiores como en exteriores y están diseñados para retener proyectiles de hasta 500 julios (8).

Su pequeño espesor evita que el proyectil quede alojado en su interior y facilita la recogida y reciclaje del plomo, lo que a su vez reduce las partículas de plomo en suspensión por impacto de proyectiles. Son ligeras y por lo tanto fáciles de montar y mantener.

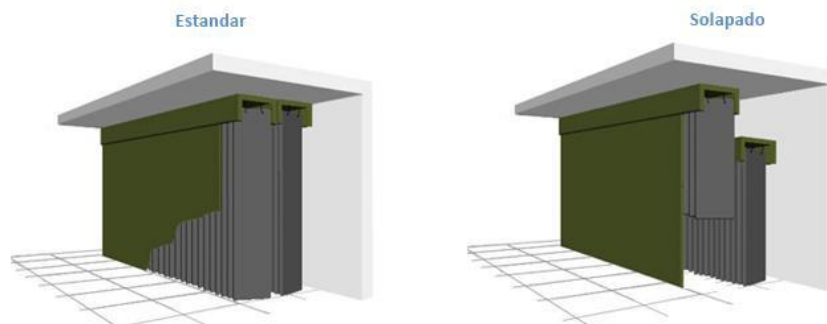


Figura 7 Los dos modos de instalación de las láminas de caucho. Fuente: <http://www.galeriasdetiro.com>

Su instalación se realiza mediante la colocación de perfiles UPN-200 a paredes y techos.



Figura 8 Cortinas de caucho conformadas por Gomavial. Fuente: Gomavial

Estos parabalas fabricados en *Gomavial* con material 100% reciclado. No genera residuos de textil tras su uso y se someten a un tratamiento que les permite cumplir con el certificado B2 (DIN 4102) sobre resistencia al fuego. El método de instalación más seguro es por solape y necesita de un acero balístico que proteja la estructura en caso de no ser frenado por la lámina de caucho; esto se debe a que las cortinas de caucho sí que se deterioran con los impactos. (10)

Cortina anti-fragmentos

Estas cortinas de látex tienen una función de elemento unidireccional, es decir, dejan pasar el proyectil hacia un segundo parabalas, pero una vez pasado el proyectil, se cierra el orificio de entrada y no deja volver ni al proyectil ni a las esquirlas producidas en la fragmentación de éste. Esto sucede debido a su alargamiento de rotura que se define como la diferencia entre la longitud del material sin deformar y la longitud final tras someterlo a una tensión que produce la rotura. El polímero base es el Isopreno natural. Su espesor será siempre superior a 3 mm y se coloca en tiras solapadas y suspendidas mediante los correspondientes soportes.

Tras las cortinas debe haber, por seguridad, al menos un segundo material parabalas. Lo usual es reforzar la estructura con acero balístico o madera. Cuando el revestimiento es de madera se utiliza arena de sílice para detener los proyectiles y proteger la madera del deterioro, aunque también podría emplearse con el acero balístico que sí que alcanza un mayor deterioro con munición de 5.56 (9).

No es difícil ni costoso de mantener. Se tenderá a colocar cortinas de color claro para mejorar la visibilidad de fondo en contraste a las siluetas.



Figura 9 Cortina anti-fragmentos. Fuente: GTS electrónica.

El polímero base es Isopreno natural y las tiras suelen ser de 1 m o 1.4 m de ancho y 3 m de altura.

Resiste unos 50.000 impactos por metro de superficie del 9mm. Parabellum. (8)

Su instalación usual es con un parabolas detrás y una base de acero balístico 500 Brinell de 8mm, aunque en las últimas construcciones, GTS Electrónica utiliza un acero anti desgaste Hardox 500. (8)

Fosos de tiro

Los fosos de tiro son corredores a cielo abierto y delimitados frontal y lateralmente, lo que permite desplazarse al mismo tiempo que se realiza fuego sobre los objetivos. Estas instalaciones son de carácter permanente y permiten el uso tanto de arma corta como de arma larga, en distintas posiciones y con munición de guerra.

Detectada la necesidad de realizar un mayor número de ejercicio de fuego real mediante las entrevistas, tras conocer las grandes ventajas y posibilidades que brinda la construcción de un foso de tiro y puesto que ya se encuentra lanzado un proyecto de casa de goma para la realización de ejercicios de fuego real. Se presenta a continuación el estado del arte referente a este tipo de instalaciones en el ámbito nacional.

Foso de tiro del CMT Álvarez de Sotomayor (Viator, Almería) perteneciente a la BRILEG

En Almería encontramos cuatro (4) fosos de tiro instintivo. Dos de ellos son de 75 metros de longitud y 12 metros de anchura, mientras que los otros dos son algo más reducidos.

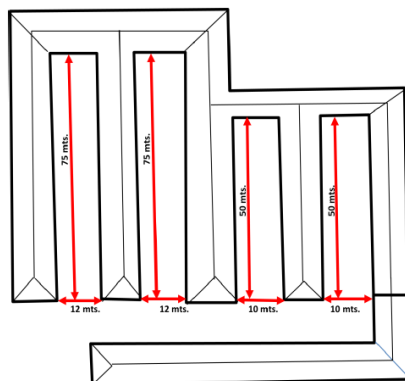


Figura 10 Dimensiones de los fosos de tiro. Fuente: UAPRE

Los fosos de la Viator han sido diseñados para ejecutar ejercicios de manera individual o por binomios, permitiendo adoptar diferentes técnicas: (14)



- Disparar en derredor de un edificio o pared.
- Disparar desde una ventana.
- Disparar desde aspilleras.
- Disparar desde una escalera.
- Disparar subido en una barra de equilibrio, o escalera
- Disparar sentado en posición forzada.
- Utilización de encares del arma distintos al de dominio.
- Técnicas de movimiento en terreno urbanizado.
- Observación de las reglas generales para el movimiento.
- Aprovechamiento máximo de cubiertas y abrigos.
- Movimiento a través de áreas despejadas.
- Apoyo mutuo entre los elementos del binomio.

Foso de tiro de Cerro Muriano (Córdoba) perteneciente a la Brigada «Guzmán el Bueno» X

La obra tuvo lugar durante 2014 y 2015. Ante la imposibilidad de aprovechar taludes naturales en la zona o excavar debido al afloramiento del nivel freático, la totalidad de altura mínima a satisfacer se ha realizado en base gaviones modulares Hesco Bastion modelo MIL 1.

Para proteger los gaviones del deterioro por impactos, el interior del foso se ha cubierto de una empalizada de madera con una altura de 2 metros, cubriendo así el rango de impactos posibles con los ángulos permitidos. El objetivo de esta instalación es permitir realizar en su interior ejercicios de fuego real a cielo abierto.



Figura 11 Distribución de la zona de tiro. Fuente: Norma Foso de Tiro del CMT Cerro Muriano FEB16

La construcción ha respetado la norma sobre ejercicios de fuego real en el interior de edificaciones y ha utilizado materiales limpios de grava, piedras y objetos duros que pudiesen convertirse en rebotes fortuitos o proyecciones indeseadas. De la misma manera se procedió con la eliminación de obstáculos y vegetación indeseada con el fin de evitar tropiezos o incendios.

El foso tiene una amplitud de 10 metros y una longitud de 30 metros. La altura alcanzada con las paredes de HESCO BASTION es de 4 metros.



4. ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES

Antes de proponer las innovaciones se expone el estado actual de las instalaciones del MOE para que, comparadas con el estado del arte, ver lo necesario que es una actualización.

Las instalaciones que la Unidad tiene a su disposición actualmente para ejercicios de fuego real son los CMT de Agost, Foncalent y una galería de tiro en el interior del acuartelamiento. Esta galería de tiro se encuentra en desuso por su deterioro, falta de mantenimiento y actualizaciones.

CMT Agost.

El CMT de Agost se encuentra en el término municipal de Agost (Provincia de Alicante), a unos 20 kilómetros al Noroeste de la capital. La vía de comunicación más cercana al CMT es la carretera Agost-Novelda. La estación de ferrocarril más cercana es la de Monforte del Cid. El puerto más cercano es el puerto de Alicante y el aeropuerto más cercano es el aeropuerto del "Altet", también en Alicante.

Descripción y zonas.

La superficie total es de 8.574.361 m². El terreno es generalmente montañoso con una cota media de 450m y en cuanto al tipo de vegetación se distinguen varias zonas:

- Al sur una zona de pinos de poca altura.
- La parte central con escasa vegetación y matorrales, terreno pedregoso.
- La parte norte con vegetación de monte bajo y alto.
- La parte circundante, en general, está cultivada.

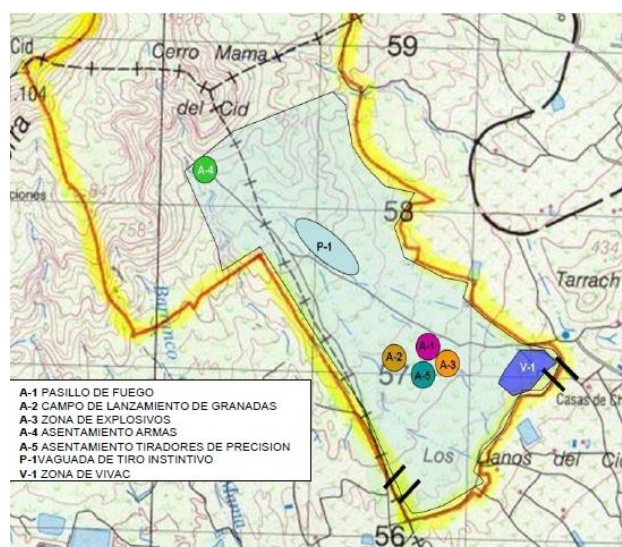


Figura 12 Imagen obtenida del GOE III

Las instalaciones que se poseen en este CMT son las siguientes:

- Polígono de combate urbano.
- Polígono CIED.
- Campo de lanzamiento de Granadas de mano.
- Campo de explosivos.
- Pasillo de fuego.
- Campo de tiradores de precisión.



- Foso o vaguada de tiro instintivo
- Canchas de tiro (50 y 100 m.)

Polígono de combate urbano.

Es una construcción relativamente nueva que se sitúa en el SW del CMT y que permite la instrucción de las unidades en Close Quarters Battle (CQB)⁸.

También cabe la posibilidad de explotar esta instalación para realizar operaciones militares en terreno urbano, trabajando tanto el combate como el movimiento entre edificaciones; éstas se diferencian de la primera definición en tanto que el campo de acción es mucho más grande e incluye una logística más compleja y armas pesadas, artillería, blindados y apoyo aéreo.

Polígono C-IED (Counter Improvised Explosive Device)

En ABR14 se finaliza un polígono diseñado para la instrucción y adiestramiento de los equipos en CIED. Está situado muy próximo al polígono de combate urbano por lo que permite la utilización conjunta de los dos polígonos.

Canchas de tiro.

Como asentamiento de las armas podrá utilizarse cualquier punto del campo de maniobras siempre que la dirección de tiro sea hacia la zona de caída. No obstante, la mayoría de los ejercicios de tiro se realizan en dos explanadas situadas justo delante de la zona de caída.

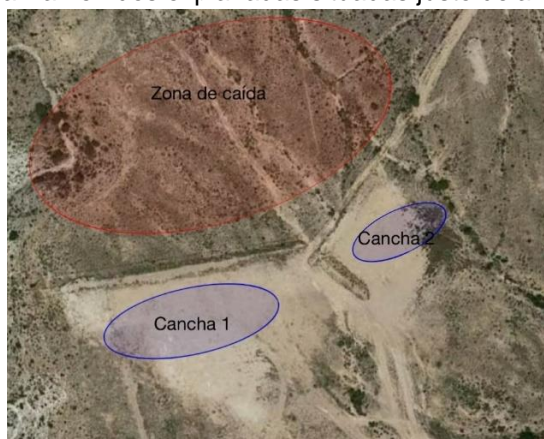


Figura 13 Asentamientos para los ejercicios de tiro. Fuente: Google Maps

Desde estos dos asentamientos se podrá tirar con: granadas de Fusil, pistola, subfusil, fusa, ametralladoras ligeras y medias, armas contra carro (Lg y C-90), subcalibre de obús 105, Morteros 60.

Vaguada de tiro instintivo.

Se trata de un accidente natural del terreno que ha originado una zona encajonada de la vaguada y que recorre el campo de maniobras. Tras haber sido homologada, se permite el tiro instintivo (prestando especial atención para no poner los blancos en otra dirección que no sean SE-NW) de fusil, pistola y subfusil. Los blancos se colocan en los espaldones naturales de la vaguada y se ha detectado la necesidad en las entrevistas de que estos fuesen abatibles.

Campo de lanzamiento de granadas.

Éste está compuesto por:

Una (1) Zona de espera (ZE), con un puesto de municionamiento.

⁸ En español, combate en espacios cerrados. Hace referencia al tipo de combate en el que pequeñas unidades se enfrentan al enemigo a muy poca distancia, posiblemente hasta el punto de combatir cuerpo a cuerpo o con armas de mano



Dos (2) posiciones de lanzamiento (PL).

Una (1) Posición de control del campo (PCC).

Una (1) Zona de caída de granadas (ZC).

Pasillo de fuego.

Esta zona se compone de una posición inicial que da paso a varias calles jalonadas y cubiertas de alambrada y estas calles llegan, a través de unos pasillos de salida, a una posición final. La finalidad de esta instalación es familiarizar a las unidades con la fase final del asalto a una posición defensiva. Por ello deben avanzar reptando bajo unas alambradas al tiempo que se activan cargas explosivas próximas y se realiza fuego de ametralladora en el entorno de los ejecutantes.

Asentamiento tiradores de precisión.

Desde el puesto de tiradores de precisión se podrá tirar con fusiles de precisión hasta 2000 m de alcance. Utilizar dichos puestos requerirá reconocer previamente el CMT y comprobar que el sector de tiro está libre de personal.

Espaldones y orografía.

La zona Noroeste está comprendida por la Sierra del Cid, con fuertes elevaciones de hasta 1.103 metros en el Pico del Cid. Los barrancos y cortaduras de esta sierra forman un espaldón natural para el tiro.



Figura 14 Imagen obtenida del Informe del GOE III sobre la zona

CMT Foncalent.

Este CMT situado en el término municipal de Foncalent esta específicamente dedicado a la realización de ejercicios de tiro con armas rayadas de calibres no superiores a 12.70 (Pistola, subfusil, FUSA y ametralladoras) desde una distancia máxima de 200 metros.

Los ejercicios de fuego en movimiento a pie son viables, aunque no lo son desde vehículo debido a la menor dimensión de las canchas.



Figura 15 Imagen obtenida de Google Maps



Cada cancha tiene 50x200 metros cuadrados (m²).

Foncalent tiene sus ventajas sobre todo en ejercicios básicos y/o de precisión debido a la inexistencia de relieve en ninguna de las tres explanadas. Además, hay menos restricciones por campañas antincendios, el CT de Foncalent no presenta ningún tipo de masa arbórea, matorral o vegetación, por lo que la posibilidad de provocar un incendio es nula.



Figura 16 Canalón adaptado para la instalación de un rail de blanco móvil. Fuente: Google Maps

Por último, en Foncalent encontramos una vía o encajonado hecho con hormigón para alojar en un futuro un rail de blancos móviles.

Galería de tiro.

La galería de tiro tiene una distancia máxima de 50 metros y actualmente se encuentra en desuso, aunque se quiere lanzar un proyecto para techarla y mejorarla.

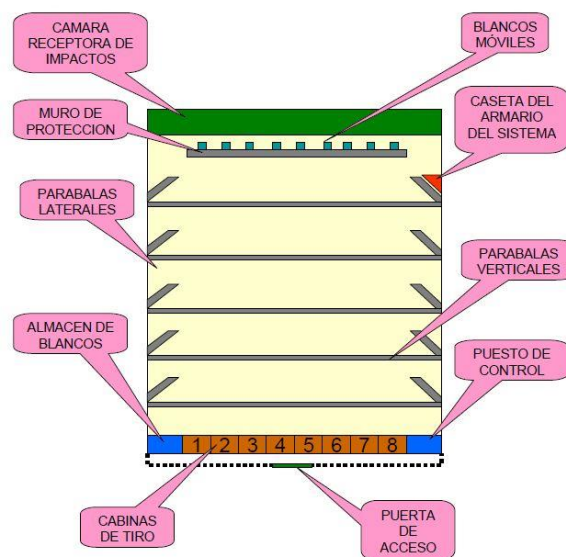


Figura 17 Croquis de la galería de tiro. Fuente: Plan de evacuación de la galería de tiro

Es empleada fundamentalmente por los equipos operativos del MOE y resto de personal, aunque también se realizan allí colaboraciones y cursos de tiro con arma corta. El uso de la Galería se realiza por unidades con un elevado grado de preparación y un número reducido de ejecutantes, lo que facilita enormemente el control de estos y disminuye la probabilidad de que se produzcan accidentes.



5. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este apartado se describirán los criterios empleados para el análisis y comparación de las implementaciones propuestas, justificando siempre las elecciones que se hayan tomado junto a las herramientas utilizadas o la investigación pertinente.

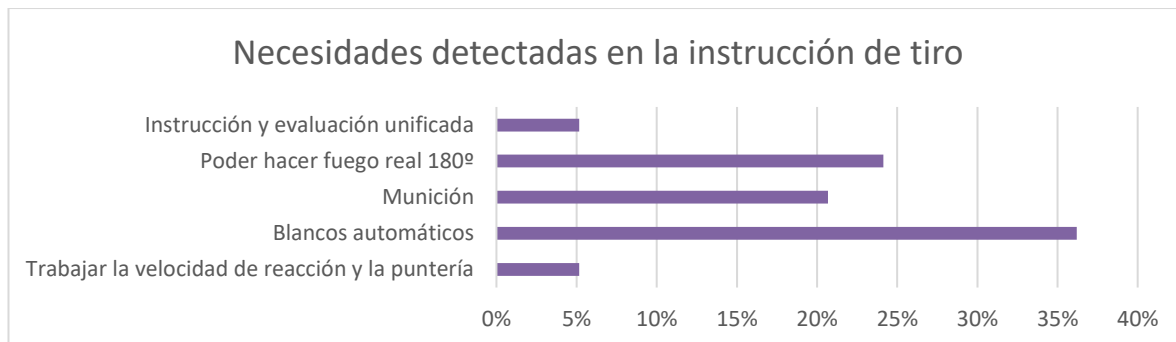


Gráfico 3 Necesidades propuestas por los encuestados. Fuente: Elaboración propia.

Tras recoger y estudiar toda la información obtenida a través de las encuestas que se pidió que el personal del GOE III, así como colaboradores de otros grupos respondiesen, no solo se obtuvo información útil para el estudio de la instalación de blancos móviles, sino que también se trató de detectar qué otras necesidades, respecto a la instrucción de tiro, podían tener. Con las respuestas que podemos observar en el *gráfico 2*, las medidas y reformas que se han tomado en otras unidades españolas, el estado del arte estudiado y la información que las empresas han visto a bien facilitar se llegó a la conclusión de que estas carencias podían subsanarse con las siguientes implementaciones:

- Blancos automáticos que permitan programar ejercicios ejecutables, y guardarlos para el uso e instrucción de otros equipos, así como para trabajar con un amplio abanico de posibilidades que mejoren las destrezas de tiro, puntería y velocidad de reacción.
- Materiales parabolas que permitan realizar instrucción con fuego real en el interior de edificaciones, así como en ambientes urbanizados y teniendo en cuenta varias direcciones.
- Foso de tiro, una instalación abierta, sin techar, con lo que se eviten los problemas de instalaciones eléctricas y ventilación necesaria por las partículas de plomo liberadas en los ejercicios de fuego real y que permita una instrucción de fuego y movimiento flexible, con sectores de tiro variables y bancos y parapetos adaptables.

Análisis

Blancos automáticos.

En el caso de los blancos automáticos, se han recogido los datos en una tabla Excel ANEXO completada con la información que las fuentes han podido facilitar tras su solicitud, enviando fichas técnicas sobre los modelos consultados.

Con la tabla de datos técnicos se ha realizado una comparación multicriterio valorando los siguientes requisitos:

1. PROGRAMABILIDAD. Se valorará que el sistema conste de un monitor con el que programar ejercicios ejecutables y automáticos de operaciones y secuencias encadenadas.
 - Naturaleza: CUMPLE/NO CUMPLE.
2. POSIBILIDAD DE TIRO NOCTURNO. Se valorará que el blanco cuente con características que hagan al sistema compatible con ejercicios en ambiente nocturno.
 - Naturaleza: CUMPLE/ NO CUMPLE.



3. BLANCO FIJO SOBRE PLATAFORMA DE BLANCO MÓVIL. Se valorará que cualquier blanco fijo sea instalable sobre la plataforma del blanco móvil.
 - Naturaleza: CUMPLE/NO CUMPLE.
4. PORTABILIDAD. Se valorará que el blanco pueda ser portable y no necesite una instalación fija.
 - Naturaleza: CUMPLE/NO CUMPLE.
5. COMPATIBILIDAD CON OTROS BLANCOS. Se valorará que el blanco fijo permita el anclaje e instalación de otras siluetas disponibles en mercado.
 - Naturaleza: CUMPLE/NO CUMPLE.
6. SILUETA 3D. Se valorará la compatibilidad del blanco con una silueta 3D que aporte mayor realismo al ejercicio permitiendo la detección de impactos con ángulos horizontales y verticales.
 - Naturaleza: CUMPLE/NO CUMPLE.
7. INTERACCIÓN CON EL IMPACTO. Se valorará que el blanco cuente con efectos automáticos que se activen a razón de que el proyectil impacte en la silueta.
 - Naturaleza: CUMPLE/NO CUMPLE.
8. AVERÍA O FALLO. Se valorará que pueda monitorizarse los fallos o averías que se produzcan, así como reconocer que parte del sistema falla.
 - Naturaleza: CUMPLE/NO CUMPLE.
9. RUGERIZACIÓN. Se valorará que el blanco cumpla un estándar de protección igual o superior al IP65.
 - Naturaleza: CUMPLE/NO CUMPLE.
10. DISTINTOS TAMAÑOS DE BLANCOS. Se valorará que la empresa suministre siluetas de distintos tamaños.
 - Naturaleza: CUMPLE/NO CUMPLE.
11. BLANCOS FOTORREALISTAS. Se valorará que la empresa pueda suministrar siluetas fotorrealistas.
12. NIVEL DE BATERÍA. Se valorará que cada blanco posea algún indicador del estado de la batería conectada a éste.
 - Naturaleza⁹: CUMPLE/NO CUMPLE.
13. VERSATILIDAD DE MOVIMIENTO. Se valorará que el blanco pueda configurarse de manera que pueda girar alrededor de un eje vertical para presentarlo tras puertas y ventanas.
 - Naturaleza: CUMPLE/NO CUMPLE.
14. AUTONOMÍA DEL BLANCO MÓVIL. Se valorará con criterio positivo que el blanco tenga mayor duración comparando la autonomía en las mismas unidades (horas, ciclos u operaciones).
 - Naturaleza: MAYOR, MEJOR.
15. BLANCOS CON SILUETA DOBLE O REVERSIBLE. Se valorará que los blancos puedan, además de sus funciones, tenga la posibilidad de presentar dos siluetas distintas ofreciendo poder discernir entre enemigo/amigo/neutro.
 - Naturaleza: CUMPLE/NO CUMPLE

⁹ La naturaleza de un criterio o valoración se refiere a como se discrimina en función del valor que tome cada modelo en esa valoración. Por ejemplo, si nos interesa que el blanco pese poco, la naturaleza del rasgo peso es MENOS, MEJOR.



16. LOCALIZADOR DE IMPACTOS. Se valorará que el blanco posea un sistema localizador de impactos.
 - Naturaleza: CUMPLE/NO CUMPLE.
17. PESO BLANCO. Se valorará que el blanco pese lo menor posible. En este caso, habiendo tres modelos de blancos, cada uno recibirá una ponderación de “1,00”, “0,75”, y “0,50”.
 - Naturaleza: MENOS, MEJOR.
18. ALIMENTACIÓN POR RED ELÉCTRICA. Se valorará que el blanco fijo pueda alimentarse directamente a una red eléctrica de 230 V CA.
 - Naturaleza: CUMPLE/NO CUMPLE
19. REGULACIÓN VELOCIDAD BLANCO MÓVIL. Se valorará la posibilidad de regular la velocidad del blanco.
 - Naturaleza: CUMPLE/NO CUMPLE.
20. DETECCIÓN DE TIEMPOS. Se valorará que, incluyendo o no el localizador de impactos, se pueda grabar el tiempo transcurrido entre impactos y transmitirlo a la estación de control remoto.
 - Naturaleza: CUMPLE/NO CUMPLE.
21. MODIFICACIÓN DEL CENTRO DE IMPACTOS. Se valorará que el sistema localizador permita modificar el centro de impactos en función de la silueta o ejercicio con el fin de que el sistema sea compatible con otras siluetas del mercado.
 - Naturaleza: CUMPLE/NO CUMPLE.
22. NEAR MISS. Se valorará que el localizador de impactos detecte la trayectoria de un proyectil que no impacta en la silueta.
 - Naturaleza: CUMPLE/NO CUMPLE.

Conociendo los criterios con los que se han valorado los tres (3) modelos disponibles, explica cómo se ha llevado a cabo la comparación multicriterio mediante Excel:

La división de la puntuación no ha sido aleatoria. Se le dio más importancia a un primer bloque que abarca los cinco (5) atributos propuestos por los expertos por estar justificados en sus respectivas respuestas. El segundo bloque, sin ser menospreciadas, consta de aquellas cualidades propuestas por el resto de personal de la Unidad mediante las encuestas, y, por último, un tercer bloque que engloba el resto de los atributos que aparecían en la información aportada por fabricantes u otras unidades. El criterio utilizado para asignar una puntuación determinada fue evitar que los atributos del tercer bloque al ser menor en número tuvieran mayor peso que los del segundo bloque, que es lo que sucedería si se les asignase la misma puntuación (ANEXO D).

En primer lugar, se realizó una tabla formato Excel, exponiendo los 22 criterios seleccionados mediante diferentes vías. Los cinco primeros criterios, desde “Programabilidad” hasta “Compatibilidad con otros blancos”, ambos incluidos, son aquellos criterios que se obtuvieron por sugerencia directa de los expertos entrevistados. Estos cinco criterios tienen un peso de 50,00 sobre 100,00.



CAC Antonio Miguel España Torices



Gráfico 4 Resultados de la valoración de atributos en función de la edad. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de este 50%, cada criterio de manera individual ha recibido el peso proporcional a la puntuación obtenida en la escala Likert que se presentó en los encuestados.

Los cinco atributos recibieron la siguiente puntuación:

- PROGRAMABILIDAD: 4,10.
- POSIBILIDAD DE TIRO NOCTURNO: 3,52.
- BLANCO FIJO SOBRE PLATAFORMA DE BLANCO MÓVIL: 4,45.
- PORTABILIDAD: 4,38.
- COMPATIBILIDAD CON OTROS BLANCOS: 4,36.

Se estudió la opinión sobre cada atributo en función de la población encuestada, teniendo en cuenta la escala, los años de servicio y la edad. Se calculó la desviación típica de cada atributo y solo hubo un caso que cabría destacar. En el caso del atributo "COMPATIBILIDAD CON OTROS BLANCOS" los integrantes de los equipos con menos de tres (3) años de servicio puntúan esta necesidad con un 3,50 de media, pero la diferencia no supera la desviación típica del atributo.

La ponderación por lo tanto que recibe cada atributo es la parte proporcional de los 50,00 puntos sobre 100,00 que corresponden a este bloque de criterios en función de la puntuación media obtenida.¹⁰ (ANEXO C)

Tras este bloque de 50,00 puntos, se presentan otros once (11) atributos.

- Siluetas 3D para detección de impactos con ángulos horizontales o verticales.
- Interacción con el impacto.
- Avería o fallo.
- Rugerización.
- Distintos tamaños de blancos.
- Blancos fotorrealistas.
- Nivel de batería.
- Versatilidad de movimiento.
- Autonomía del blanco (ciclos).
- Blanco con silueta doble o reversible.

¹⁰ En el caso de PROGRAMABILIDAD: $(4,10) / (20,81) \times 50,00$. Siendo 20,81 el sumatorio de las cinco (5) puntuaciones.



- Localización de impactos.

Este segundo bloque tiene una ponderación de 40,00 puntos y cada uno de los atributos está equitativamente valorado, es decir, cada uno conlleva un onceavo (1/11) de los 40,00 puntos sobre 100,00. Estos once criterios son aquellos obtenidos de la pregunta abierta presente en la encuesta que dice así: “¿Qué otra cualidad o característica les exigiría a los blancos?”.

Por último, el tercer bloque compuesto por:

- Peso del blanco
- Alimentación a red eléctrica
- Regulación de velocidad del blanco
- Detección de tiempos
- Modificación del centro de impactos
- Near miss

A este bloque le corresponden 10,00 puntos sobre 100,00 repartidos equitativamente entre los seis (6) atributos, es decir, la ponderación de cada uno sobre los 10,00 puntos es de un sexto (1/6).

De esta forma cada atributo obtiene el valor que la unidad así ha transmitido. Por otro lado, todos los atributos son puntuados de manera condicional, es decir, si cumplen el requisito ponderan 1 y si no ponderan 0 excepto en el peso y la batería que contemplan tres factores posibles (1) para el mejor valorado, (0,75) y (0,5) para el peor valorado. (ANEXO D)

Ejecutando este proceso sobre Excel se llega al siguiente resultado:

NTGS	SAAB	Zen
100,00 puntos	78,37 puntos	77,50 puntos

Tabla 5 Puntuaciones finales de cada fabricante. Fuente: Elaboración propia.



Materiales Parabalas

Identificados los dos problemas en los ejercicios de fuego real, deterioro de las instalaciones por el uso de munición de guerra y la necesidad de crear un ambiente seguro en el que realizar ejercicios de fuego real en instalaciones cerradas se presentan dos posibilidades.

La primera es construir una edificación protegida con materiales parabalas. Estas construcciones se llevan a cabo tras el estudio de los ángulos que aseguren que la trayectoria del proyectil no alcanzaría al personal instruido y tras la colocación estratégica de las planchas protectoras que aseguren el mismo fin. Este tipo de construcciones es conocido como “Casa de goma” o “Kill-house”. Este proyecto ya se encuentra en marcha en el MOE por lo que se optará por proponer una gama de materiales probados y aptos que puedan brindar esta posibilidad al resto de instalaciones interiores en las que actualmente no se pueden realizar ejercicios de fuego real.

Por ello se ha realizado un estudio de los tres materiales presentados en el estado del arte, prestando especial atención a aquellos requisitos que puedan verificar su validez para el uso en este ámbito.

Material	Formato	Densidad Kg/m ³	Composición	Dureza de indentación (Shore*A)	Resistencia mecánica (Pa)	Largo rotura	Disparos por m2
Caucho antirrebote	Planchas	1060	Granulado de caucho con poliuretano	80	2,5E+07	36%	100000
Cortina de caucho	Láminas	1050	Caucho Natural	45	2,0E+07	600%	50000
Cortina antifragmentos	Tiras flexibles	950	Hule Látex	35	1,6E+07	800%	50000

Tabla 6 Aspectos técnicos de los materiales. Elaboración propia.

El problema de realizar ejercicios de fuego real en el interior de edificaciones es garantizar la seguridad del personal frente a rebotes y la necesidad de proteger las paredes de estas construcciones. Los blancos se sitúan normalmente frente a las paredes por lo que, de no estar bien protegida, el proyectil acaba impactando en ésta y deteriorándola. Por lo tanto, las paredes deberán ser forradas con un material parabalas que evite que el hormigón sea alcanzado, ya que al no ser un material antirrebote, no garantiza la seguridad del ejercicio ni evita su propio deterioro.



Para comparar los distintos materiales que se han encontrado, se elabora una tabla con los principales aspectos técnicos, de la que se sacan las siguientes conclusiones:

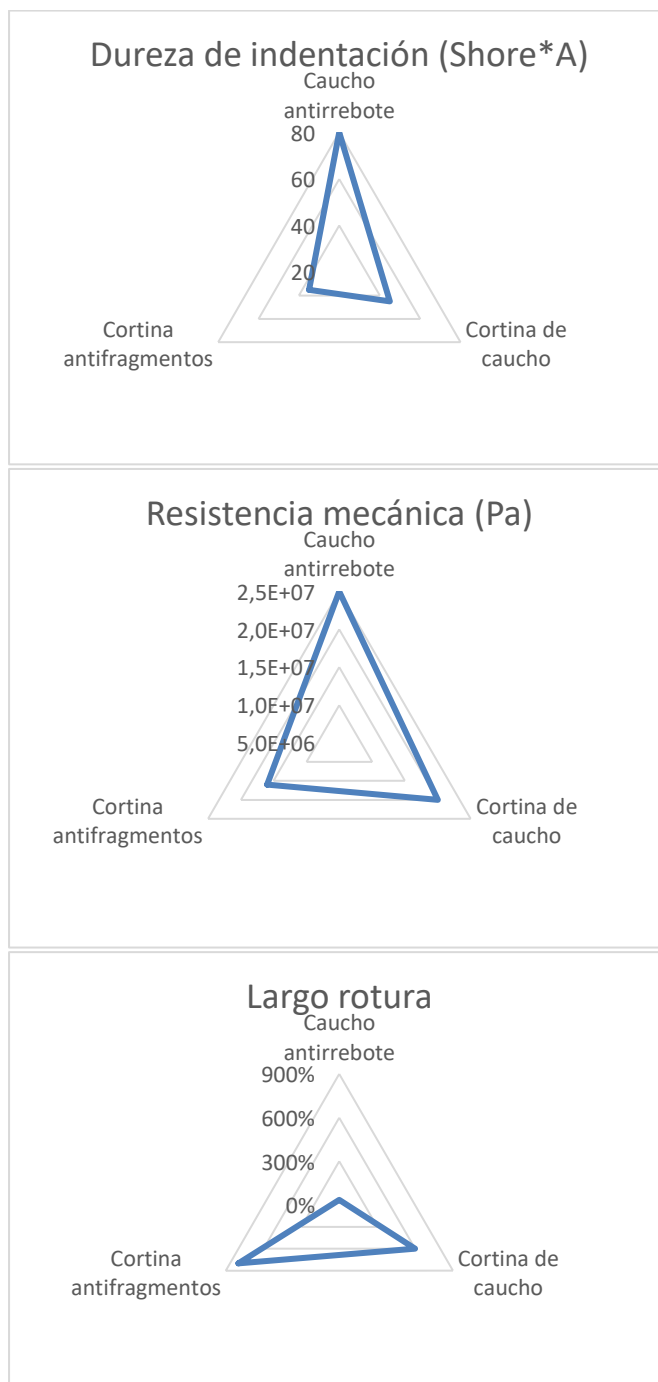


Figura 18 Gráficas radiales sobre las características de los materiales. Elaboración propia.

Observando las gráficas de la Fig. 18, se comprueba que las planchas de caucho antirrebote tienen mejores cualidades en cuanto a la resistencia mecánica y la dureza. Pero además estas planchas tienen mayor resistencia a la abrasión (9).

Por otro lado, el alargamiento de rotura¹¹ es mucho mayor en las cortinas de caucho o las cortinas antifragmentos de hule latex o vulgarmente conocido como “piel de pulpo” por su capacidad de atrapar los fragmentos de manera unidireccional.

¹¹ El alargamiento de rotura es la diferencia entre la longitud inicial del material (sin deformar) y la longitud que presenta en el momento de su rotura debido a una tensión a la que se le somete.



A la vista de estos resultados, y si observamos previamente la tabla de la página siguiente en la que se exponen las ventajas y desventajas de cada material, se podría concluir que el material más resistente frente a los impactos balísticos y por tanto el más adecuado para emplear como parabalas es el caucho antirrebote (ANEXO E). Ahora bien, el problema identificado de este material es que deforma, sino destruye, el proyectil, liberando partículas de plomo al ambiente (ANEXO F). Sobre este punto, sería mucho más beneficioso emplear las cortinas antifragsmentos por su propiedad unidireccional que impiden el paso de vuelta de esquivras y/o rebotes.

Por otro lado, los ensayos encontrados (ANEXO E) solo aseguran la aptitud del caucho antirrebote para munición 9mm, eso sí, tanto por impacto directo como alguno con cualquier tipo de ángulo que se pudiese dar. Este sistema pasivo, instalado para detener los proyectiles en caso de que algún disparo impactase fuera de los blancos, no confirma su aptitud frente a munición del 5,56 y no se ha encontrado ningún ensayo ni a favor ni en contra. Lo que si han mencionado varios expertos destinados en Grupos del MOE es el uso, en estos casos, de munición de fragmentación, núcleo blando o frangible. Esta munición tiene una composición metálica mucho más blanda que la munición de guerra y al impactar se destruye antes de atravesar las planchas balísticas (ANEXO G).

A continuación, la tabla 4, incluye las ventajas y desventajas obtenidas tras el estudio de los materiales parabalas.

Material	Ventajas	Desventajas
Caucho antirrebote	<ul style="list-style-type: none"> Alta flexibilidad, prácticamente no quedan marcas al recibir el impacto. Insonorizante. Máxima duración. Permite impactos desde cualquier distancia o ángulo e imposibilita cualquier tipo de rebote. 	<ul style="list-style-type: none"> Deforma el proyectil, lo que genera partículas de polvo en suspensión. Su mayor peso dificulta más su mantenimiento. Se han encontrado fabricantes que reutilizan neumáticos de camión en desuso para este fin. Resistente a condiciones climatológicas adversas.
Láminas de caucho	<ul style="list-style-type: none"> El reducido espesor de la banda evita el atrapamiento del proyectil en su interior, facilitando la separación de los proyectiles y reduciendo las partículas de plomo en suspensión por impacto de proyectiles acumulados. Certificado de resistencia al fuego B2 (DIN 4102), equiparable a las normas DIN 22103. Menor peso, lo que facilita el montaje y mantenimiento. Fabricado con material 100% reciclado de neumáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Anclaje metálico. Se necesita de una capa de acero de aproximadamente 8mm para evitar daños en las paredes en caso de un mantenimiento inadecuado. Es imposible trabajar con calibre 5,56; debido a la máxima energía capaz de soportar (500 julios) frente a la que desprende un proyectil de 5,56 (1767 julios). Resistente a condiciones climatológicas adversas.
Cortinas antifragsmentos	<ul style="list-style-type: none"> Impide que el proyectil o las esquivras reboten. El proyectil no se deforma, cae intacto y permite su reciclaje. No es tóxico, al no producir suspensión del plomo. Material reciclado de cintas transportadoras. Certificado de resistencia al fuego equiparable a DIN22109 y 22104. 	<ul style="list-style-type: none"> Necesita de un segundo parabalas que detenga el proyectil. Resistente a condiciones climatológicas adversas.

Tabla 7 Ventajas y desventajas de los materiales parabalas estudiados. Fuente: Elaboración propia.



Foso de tiro

El objeto de este punto es proponer o proyectar la construcción de la infraestructura necesaria para poder formar al personal del MOE en ejercicios de tiro instintivo. La zona propuesta para el proyecto dispone de 3574 metros cuadrados (m²)¹², para un foso cuyas dimensiones según el estado del arte se encuentra entre los 30-50 metros de ancho y 50-60 metros de largo. Esta idea nace de la necesidad de preparar a las unidades que se instruyen en el MOE, para el combate próximo en tiro instintivo con las máximas medidas de seguridad. La zona propuesta tiene una forma poligonal y una ligera pendiente en sentido SE-NO.

La superficie necesaria sería de 1750 m² (35 m de ancho y 50 m de largo aproximadamente) incluyendo los merlones de protección.

Tras un estudio del terreno (16) se puede confirmar que la descripción litológica coincide con dolomías, y calizas dolomíticas. Es posible que se trate de un suelo kárstico¹³, desfavorable para la construcción (ANEXO H). Por esta razón es conveniente recabar datos sobre antecedentes geológicos de la región, prestando especial atención a si han existido o aún existen circulaciones de agua.

Para determinar la karstificación del suelo y sus consecuencias se pueden realizar ensayos como:

- Investigación geofísica mediante, por ejemplo, tomografía eléctrica.
- La realización de zanjas o calicatas para la prospección del suelo.
- Sondeos.
- Uso de trazadores para caracterizar la composición del suelo.

En segundo lugar y tras examinar el terreno, se puede afirmar que es necesario retirar la capa vegetal y llevar a cabo una primera nivelación y compactación del terreno natural. Habiendo realizado una primera limpieza del suelo a trabajar, se habría eliminado todo el material que pudiese ocasionar daños al geotextil que se instale a continuación para el buen drenaje y filtración del suelo, de manera que se prevenga la erosión a causa del agua y del viento. Además, se debería aportar una capa de zahorra¹⁴ y una capa de arena de miga que ayude a evitar posibles rebotes. Antes de su extensión y compactación se debería de hacer un tramo de prueba (ANEXO I).

Debido a la proximidad entre la Zona de Caída de proyectiles y la explanada propuesta para la construcción del foso, se recomienda la solicitud de apoyo a un equipo de reconocimiento y desactivación de explosivos que asegure la zona.

Para el resto del proceso, se valoran dos opciones. Para decidir cuál de las dos opciones es más conveniente en este proyecto se tienen en cuenta los siguientes aspectos básicos:

- Durabilidad
- Estabilidad
- Seguridad
- Viabilidad
- Facilidad constructiva

¹² Fuente de los cálculos: elaboración propia.

¹³ Fenómeno producido en un suelo por la presencia de yeso y calizas, que puede dar lugar a una disolución. Esto conlleva la aparición de oquedades, rellenas o no, que pueden hundir partes del terreno, provocando problemas estructurales.

¹⁴ Áridos no triturados y/o suelos granulares que suele utilizarse como capa firme.



En cuanto a los recursos hídricos, la provincia de Alicante presenta regiones subhúmedas. La accidentada orografía y la exposición marítima condiciona la distribución de precipitaciones dando lugar a dos áreas climáticas principales. Por un lado, tenemos la zona septentrional, con episodios cortos de lluvias muy intensas. Por otro, la zona centro meridional, con episodios de lluvia más constantes, pero de menor intensidad. En ambas zonas los periodos de lluvia aumentan su intensidad en otoño, pudiendo ocasionar importantes avenidas e incluso dando lugar a aguaceros de excepcional intensidad que en pocas horas exceden el volumen anual recogido por los observatorios.

Esta temporada de lluvia que suele durar 9 meses (septiembre-mayo) aproximadamente, sumado a la muy alta permeabilidad del tipo de suelo (Calizas y dolomías) y el acuífero subterráneo que se encuentra en la Sierra del Cid, límite norte del CTM Agost hace que sea recomendable, para la construcción de los merlones perimetrales que proporcionen seguridad a los ejercicios que se realicen en el foso de tiro, proponer dos opciones:

- Taludes: Acopio y empuje de material para forma taludes que eviten rebotes, junto a una empalizada de protección a base de tabloneros de madera.
- Realizar la altura necesaria a base de gaviones modulares Hesco Bastion modelo MIL 1.

Ambas opciones cumplirán los requisitos de seguridad para la construcción del foso de tiro (4), aunque quedaría por comprobar si las dos opciones son igualmente viables.

En cuanto a la primera opción, el primer paso es pensar en la estabilización de los taludes y en el drenaje de aguas. En cuanto al drenaje de agua no se ha encontrado mayor problema, aunque el proceso de drenaje es influenciado por el régimen de lluvias, los niveles de infiltración, la presencia de superficies de discontinuidad y la falta de homogeneidad de los terrenos con respecto a la permeabilidad se han obtenido diversos sistemas de aguas encauzadas mediante cunetas de evacuación de agua o cuencas de drenaje que modifican la red de flujo en la pendiente del talud, de modo que se produzca una reducción de los valores de la presión intersticial en el terreno.

En cuanto a la estabilización de los taludes, la última tendencia según el programa "Caminos Naturales", del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, para el desarrollo rural es "*la utilización de técnicas blandas propias de la bioingeniería (mantas y redes vegetadas, hidrosiembras, fajinas, plantaciones de cobertura, etc.), que deberán primar, siempre que sea posible, sobre tratamientos duros basados en estructuras (de hormigón, mampostería, gaviones, etc.), o técnicas mixtas, donde se mezclan estructuras con plantaciones*".

Luego siempre que sea viable, la estabilización de taludes se realizará mediante soluciones de bioingeniería. Entre las técnicas de estabilización mediante reproducción vegetativa encontramos el uso de:

- Fajinas vivas.
- Paquetes de matorral.
- Estaquillados de sauces
- Lechos de ramaje
- Esteras de ramas

El problema de esta solución es que aumenta la probabilidad de incendio en el CTM y más si se tiene en cuenta el fin de los taludes que se busca estabilizar. La proximidad a la Zona de Caída de proyectiles pone en riesgo cualquier tipo de geomalla que se emplee para la estabilización de los taludes y los deja expuestos además de los riesgos que ya de por sí supone un incendio.

Por último, en este análisis cabe mencionar que no se ha realizado ningún análisis sobre las propiedades del suelo de la zona.



Por otro lado, en cuanto a los gaviones metálicos Hesco Bastion en dotación, aporta gran versatilidad y resistencia mediante el almacenamiento de terreno compactado en su interior. Este sistema permite el drenaje de este. Actualmente se utilizan para hacer el perímetro de las bases y proteger zonas importantes de las mismas.

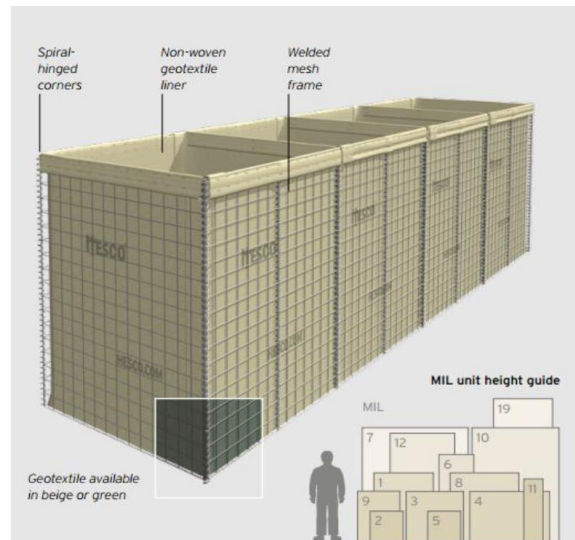


Figura 19 Medida de los distintos gaviones de Hesco Bastion. Fuente: Hesco Bastion.

En la tabla 5 se encuentran las ventajas e inconvenientes de cada opción contemplada para los muros de protección del foso de tiro.

	TALUDES	HESCO BASTION
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Menor coste • Menor mantenimiento • Mayor disponibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil diseño y rápida construcción • Trabajan fundamentalmente por gravedad. • Son flexibles • Condiciones de drenaje y durabilidad excelentes.
Inconvenientes	<ul style="list-style-type: none"> • Necesita de una estabilización de taludes • Riesgo de incendio y desestabilización en el caso de utilizar geomallas • Peores condiciones de drenaje • Riesgo en el movimiento de tierras y/o excavación por desconocer la posibilidad de afloramiento del nivel freático. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor coste • Mas mano de obra • Mayor mantenimiento • Las mallas de acero galvanizado se corroen fácilmente en ambientes ácidos.

Tabla 8 Ventajas e inconvenientes de las distintas opciones para los muros de protección del foso de tiro. Fuente: Elaboración propia.



Resultados

Blancos automáticos

En primer lugar, en cuanto a la elección de blancos automáticos, se estudiaron los requisitos y características, basándose fundamentalmente en la información recibida en las encuestas y en las fichas técnicas de los fabricantes. Con estas características se creó un sistema de ponderación cuya puntuación final se encuentra en la Tabla 3.

- NTGS: 100,00 puntos
- SAAB: 78,37 puntos
- Zen: 77,50 puntos

Por ello, se obtiene como resultado que la opción más viable y beneficiosa para el Mando de Operaciones Especiales, en función la información obtenida y analizada en este trabajo, es obtener los blancos automáticos mediante el fabricante NTGS.

Materiales Parabalas

Habiendo analizado las principales características de los tres materiales, entre ellos, la dureza shore, la resistencia mecánica, la vida útil, su alargamiento de rotura..., se llega al resultado de qué material es más conveniente para garantizar la seguridad de las instalaciones, del ejercicio y del personal. Si solo observamos las características técnicas, no hay duda de que el material más resistente y con mayor capacidad de detener los proyectiles y evitar su rebote es el caucho antirrebote. Sin embargo, si observamos la tabla de ventajas-desventajas podemos observar que el caucho antirrebote presenta inconvenientes fácilmente solucionables con la combinación de otro material parabalas, como es el caso del hule látex para impedir el desprendimiento de partículas de plomo al aire.

Por ello, descartando las láminas de caucho por su mayor peso en comparación al hule látex y porque no presenta ninguna resistencia extra contra mayores calibres, el resultado propuesto es la combinación de caucho antirrebote y cortina antifragmentos. De esta forma se se combina el poder de frenar impactos del caucho con capacidad antifragmentos que poseen las cortinas. Con esta combinación conseguimos la resistencia mecánica del caucho mientras que también se aporta a la instalación la habilidad para impedir que los proyectiles tracen una trayectoria de vuelta una vez han impactado, quedando atrapados entre las dos capas del parabalas. De la otra forma, si solo se instalase la cortina de hule látex, se llegaría a deteriorar la estructura hasta alcanzaría un deterioro difícil de sostener en el tiempo.

Foso de tiro.

En cuanto a la construcción del foso de tiro, la fase de estudio del terreno y su preparación es la misma tanto si se realiza con Hesco Bastion como si se realiza con taludes. Si bien es verdad que se considera insuficiente la información obtenida del terreno, la ausencia de ensayos o estudios sobre la estabilidad de los taludes con el material presente en el terreno, como por ejemplo, calcular el ángulo de reposo ¹⁵de ese suelo, y que el alcance de este proyecto no es suficiente para garantizar la seguridad de realizar un movimiento de tierras, se decide llevar a cabo el proyecto con Hesco Bastion debido a que aporta la misma seguridad e incluso sería más fácil de mantener en caso de lluvias frecuentes. De llevarse a cabo mediante el uso de Hesco Bastion, se propone un foso de tiro con las siguientes dimensiones (Figura 20):

¹⁵ Es el ángulo de máxima pendiente de los taludes donde los materiales no consolidados pueden mantenerse en equilibrio.

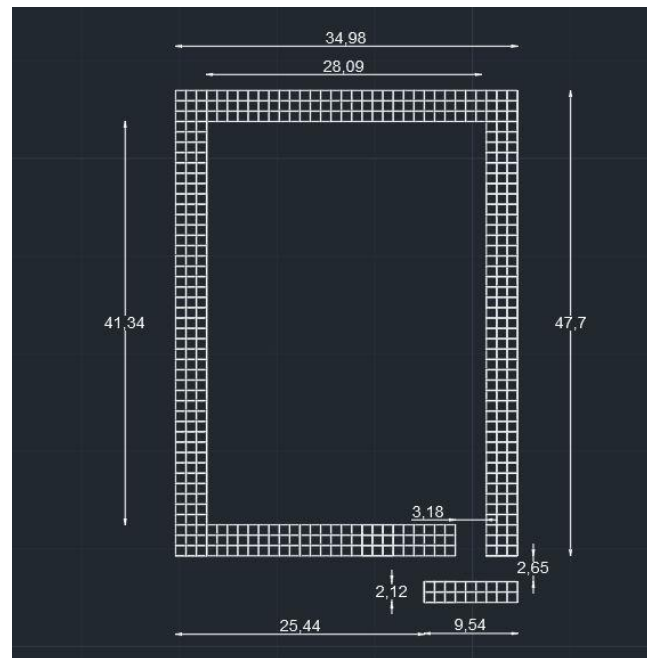


Figura 20 Dimensiones del foso de tiro acotadas en metros. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la construcción vertical, se propone emplear tres pisos de Hesco Bastion para cumplir con la altura mínima que determina la IT 01/06 (4). El estado final del foso, sin tener en cuenta los materiales paraballas se pueden observar en la figura 21:

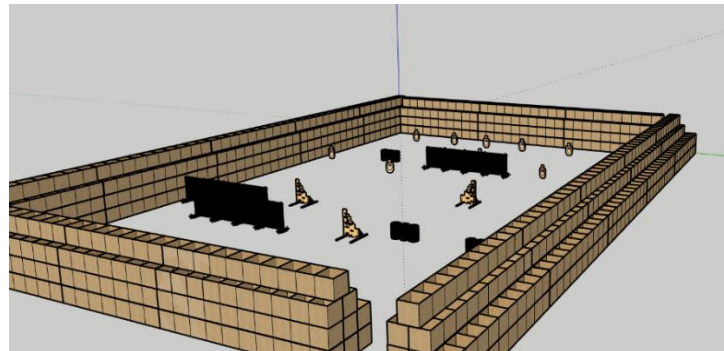


Figura 21 Vista en perspectiva del diseño del foso de tiro. Fuente: Elaboración propia.

Para la absorción de impactos, del material retirado de la superficie del terreno se cogerían aquellos materiales más duros que pudiesen ocasionar rebotes y se emplearían para el núcleo y partes externas del muro de protección. Para la parte interna del muro y el exterior de los Hesco Bastion se utilizará arena como material de relleno, evitando las arcillas y los limos, pues por su permeabilidad, serían menos útiles y resistentes en el caso de lluvia. Al oeste se ha encontrado una gran fuente de arenas, lutitas y marga del cretácico inferior, que podrían servir como material de relleno. Lo que se intenta es adquirir todo el material en la zona o lo más próximo posible con el fin de facilitar el futuro mantenimiento y reducir costes de transporte.

Para aumentar la durabilidad de los gaviones se forrarán las paredes interiores del foso, bien con una empalizada de madera o bien con materiales paraballas como los propuestos en otro punto de este proyecto.

El perímetro es rectangular, tal y como marca la IT (4). La apertura para el acceso de entrada tiene un parapeto en la zona exterior que sobrepasa más de dos metros a cada lado, lo que impide que pudiese salir algún rebote. Estos parapetos están separados no más de tres metros y tienen la misma altura que el resto del perímetro.



De esta manera, el foso se levantará sobre un firme con una capa de arena de 10 centímetros mínimo, limpia de piedras y objetos duros que pudiesen ser motivo de rebotes y proyecciones. También se retirará cualquier vegetación u obstáculo no intencionado para evitar tropiezos.

Por último, se propone la opción de instalar contenedores de arena en la entrada del foso para que, una vez finalizado el ejercicio, después de descargar el arma deberán disparar al vacío en el interior de éstos.

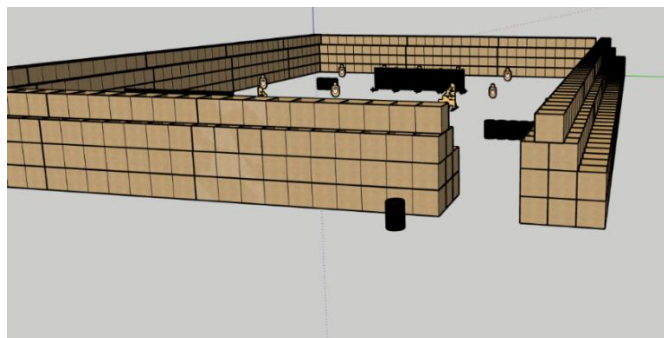


Figura 22 Contenedor de arena para descarga. Fuente: Elaboración propia.

Para el perímetro se ha calculado que serían necesarias 1350 gaviones con las medidas del Hesco Bastion MIL 1. Este módulo viene por conjuntos de nueve celdas, y de dimensiones 1,4 por 1,1 por 9,8 metros. Luego la cantidad total a solicitar sería de 150 módulos Hesco Bastion MIL1.



6. NORMATIVA VIGENTE

Este proyecto estará sujeto a la normativa que corresponda con el sector armamentístico y a la normativa vigente del sector de la construcción, así como otras que, por convenio, son de obligado cumplimiento en el Ejército de Tierra.

- Real Decreto 989/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de artículos pirotécnicos y cartuchería.
- Real Decreto 137/1993, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Armas por el Ministerio del Interior y sale publicado en el BOE número 55 de 5 de marzo de 1993.
- Orden INT/3012/2002, de 14 de noviembre, por la que se aprueba el modelo de guía de pertenencia de las armas del personal de la Guardia Civil, policías locales, policías autonómicas y de Vigilancia Aduanera.
- Instrucción General 480/1 de 1980, referente a Normas para las Unidades de Ingenieros en Obras de interés militar sin participación de Comandancia de Obras.
- NOP nº0501/05 de fecha 31-03-05, referente a Normas para la elaboración de Proyectos de obras en el ámbito de Unidades del Mando de Ingenieros.
- Instrucción Técnica 01/06. Regulación de instalaciones. Instalaciones para la instrucción con fuego real en interior de edificios (casa de tiro).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural.
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- ISO 10545-7: Determinación de la abrasión superficial de las baldosas esmaltadas.
- Norma Internacional UNE-ISO:14001 Sobre el Sistema de Gestión Ambiental.
- Real Decreto 1627/1997 y Real Decreto 1755/2007 sobre las medidas de Gestión de Riesgos.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes. Parte 5ª FIRMES Y PAVIMENTOS.
- NTE-ADZ/1976. (Acondicionamiento del terreno. Desmontes. Zanjás y pozos)



7. MANTENIMIENTO

Tratándose de instalaciones para la práctica del tiro, donde se manipula armamento y/o munición, es necesario un mantenimiento exhaustivo, dado que su falta de realización puede hacer peligrar la seguridad de personas, bienes o cosas, pudiéndose producir accidentes. Para llevar a cabo un buen mantenimiento de una instalación, es recomendable tener en cuenta las características específicas de cada material o equipo, y las propias específicas de la instalación, así como están ubicados (edificio, climatología...)

Todas las Unidades usuarias serán responsables del buen mantenimiento de la instalación.

El mantenimiento de la instalación existente se realizará:

- Con los créditos que expresamente se conceda en las condiciones particulares que se marquen.
- Puntualmente se podrá realizar algún trabajo de creación o mejora de la infraestructura.
- Las normas concretas de la instalación se ajustarán a lo marcado en la correspondiente NOP de mantenimiento de Instalaciones.

Será preocupación prioritaria de los jefes de las unidades que allí se adiestren, el mantenimiento del material instalado/ depositado en los mismos, teniendo en cuenta que el buen estado de los materiales serán un índice del grado de seguridad de la instalación.

1. El mantenimiento preventivo:

Son aquellas operaciones de mantenimiento enfocadas a prevenir el deterioro del material, equipo o instalación. Dentro de éste se engloban también el mantenimiento técnico-legal (impuesto por la prescripción de normativas de obligado cumplimiento), y la limpieza.

2. El mantenimiento correctivo:

Las operaciones de mantenimiento consisten en la reparación o reposición del daño producido a un material, equipo o instalación. Se deberá de formar al personal para que conozca bien los elementos sobre los que se va a actuar, la propia instalación y los procedimientos de actuación de mantenimiento.

Con todo lo expuesto, se propone una serie de medidas de mantenimiento que ayuden a proporcionar mayor seguridad y conservación a las instalaciones:

- Reparación parcial o total de los parabolas, cuando según fabricante sea necesario.
- Limpieza y movimiento de tierra. La tierra debe estar libre de piedras, cascotes o todo otro elemento que pueda producir rebotes en el campo de tiro.
- En caso de existir cubiertas, deberán ser renovadas periódicamente.
- Se establecerá un programa de revisiones periódicas (diarias, semanales o mensuales según las necesidades)
- Se verificará que todas las instalaciones donde se practica el tiro estén en buenas condiciones de uso y en perfecto estado de mantenimiento y conservación.
- Si se observara cualquier daño que se hubiera producido durante su práctica, se notificará y procederá, en función del riesgo y urgencia, a su reparación lo antes posible.
- Se repararán, cuando hayan alcanzado el límite de su vida útil o sus capacidades hayan mermado, los espaldones, parabolas y/o chapas de acero, hierro, etc., que sirven para el impacto final de los disparos.
- Deberá controlarse que no se produzcan rebotes y/o escapes de proyectiles hacia el exterior. Si así fuera, se suspenderá inmediatamente la actividad hasta detectar el



problema.

- Los parabalas desgastados por el uso deben cambiarse para no ser atravesados, evitando peligro de rebotes y gases tóxicos en el aire.

Por consiguiente, se proponen las siguientes normas generales para el mantenimiento del foso de tiro en el caso de que se implementase como este proyecto expone:

1) MANTENIMIENTO DIARIO

- Revisar el estado general del perímetro.
- Revisiones interiores:
 - Impactos en paredes laterales.
 - Impactos por encima de los parabalas.
- Se rellenará el anexo de Novedades "Fin de Jornada" (Anexo K)

2) MANTENIMIENTO SEMANAL

- Comprobación del sistema de blancos automáticos.
- Estado de conservación de los Hesco Bastion.
- Estado de conservación de los parabalas.
- Limpieza del foso.

TAREA	ÚLTIMA UNIDAD UTILIZADORA	GCG	JEFE DE MANTO
MANTENIMIENTO DIARIO	R	A	I
MANTENIMIENTO SEMANAL		R	A/C
RECEPCIÓN DE PARTES Y SUBSANACIÓN			R

Tabla 9 Matriz RACI para la asignación de responsabilidades de mantenimiento. Elaboración propia.

Leyenda:

- (R): Responsable, encargado de la tarea. Solo debe existir un encargado y por eso será designado el último equipo que sea utilizador de la instalación según cuadrante de actividades.
- (A): Aprobador, es el que se responsabiliza de que la tarea se realice.
- (C): Consultado
- (I): Quien debe ser informado del avance y resultados.



8. CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE ACCIÓN FUTURAS

CONCLUSIONES

Tras finalizar el proyecto, se extraen las siguientes conclusiones:

PRIMERA: Se ha recogido finalmente un abanico de innovaciones técnicas que, al implementar, recrearían el escenario idóneo, por ser variable, indefinido y con unas condiciones de estrés ajustables, para instruir al combatiente.

SEGUNDA: Se necesita implementar en el MOE, una instalación segura en la que realizar ejercicios de fuego real en movimiento a la vez que permitir más de una dirección de tiro, tratando de implementar el tiro en 180°. De esta manera se busca dar una formación más completa a los equipos operativos y se consigue estar a la vanguardia de los ejércitos de la OTAN en todo lo relativo al combate en población y tiro instintivo.

TERCERA: La opción más viable es el uso de gaviones tipo HESCO BASTION, por la carencia de información sobre el terreno para optar con seguridad por el levantamiento de taludes. Además, se ha descartado el estudio de gaviones flexibles como CONFLEXDIQUE por considerarse insuficientes e inservibles en cuanto a la resistencia a impactos de proyectiles.

CUARTA: El estudio y elección de un material parabalas útil, eficiente y duradero es vital para poder realizar ejercicios de fuego real en el mayor número de instalaciones ya construidas en el resto de los acuartelamientos de España, y brindando siempre las condiciones óptimas para la seguridad del personal y la conservación de los materiales y la instalación.

QUINTA: Se descarta la madera como principal material parabalas por su pronto deterioro y la posible proyección de astillas. Por ello, se decide cambiar la madera por otros materiales de mejor calidad.

SEXTA: Las instalaciones forradas con los materiales propuestos son totalmente aptas para el uso con 9mm tanto por impacto directo como con algún ángulo que se pudiese dar. Este sistema de seguridad pasivo es perfectamente capaz de detener el impacto de los proyectiles.

SÉPTIMA: La implementación de blancos automáticos suponen aumentar la variedad de ejercicios disponibles y tener la capacidad de trabajar habilidades y disciplinas interesantes e incluso indispensables en los escenarios que el MOE se encuentra hoy. Además, brindan la opción de realizar los ejercicios de manera fluida sin necesidad de interrumpirlos como sucede actualmente con los obsoletos blancos fijos. Esta innovación en los CTM del MOE contribuiría a mejorar el nivel de instrucción del personal, además de aumentar la variedad de ejercicios, con distintas dificultades y cambiando el tipo de ejercicio, así se evita la monotonía y el desinterés.

OCTAVA: Tener un foso de tiro actualizado, con un buen mantenimiento y preparado para su uso nos permite la aplicación de conocimientos de fisiología del estrés aplicada al enfrentamiento armado para el diseño de programas de entrenamiento y ejercicios específicos e incorporar ejercicios cortos y repetitivos para una mejor interiorización.

NOVENA: Se concluye que tanto para el caucho antirebote como el látex, se hace necesario un refuerzo tras los parabalas con el fin de evitar posibles daños estructurales ante un mal mantenimiento y sustitución de los parabalas. Para este fin se encuentran interesantes materiales como el acero balístico u otros elementos protectores como los bloques de arena de sílice; evitando otras soluciones compuestas por un único material para todo, pero a un precio mucho mayor como podría ser el kevlar, capaz de detener los impactos y evitar daños estructurales por sí solo. Estos materiales no son objeto de estudio del trabajo dado su alto valor de adquisición.

DÉCIMA: Es posible que en cuanto a munición de calibre 5,56, hubiese munición de fragmentación, frangible o de punta hueca que fuese apta para este tipo de instalaciones, pero no se han hecho pruebas ni ensayos suficientes para afirmarlo.



UNDÉCIMA: Se ha comprobado que el acceso a la información no siempre está asegurado. Existiendo empresas que se niegan a dar información si no son motivadas por una garantizada adquisición.

LIMITACIONES Y LINEAS FUTURAS

Ante todo, se informa de que no se han realizado todos los ensayos que se habían planeado por falta de medios, tanto los balísticos como los del estudio del suelo; además no se ha tenido en cuenta ni se ha elaborado ningún presupuesto, en primer lugar, por no haber obtenido la información suficiente por parte de las empresas y en segundo lugar por no haber encontrado un presupuesto semejante entre proyectos anteriores similares. Tras haber estudiado varios proyectos parecidos, no se encontró semejanza entre el crédito disponible.

En primer lugar, se identificó la falta de una red eléctrica en cualquiera de los CTM disponibles en el MOE, lo que implicó poner como requisito para los blancos automáticos tener cierta dependencia que permita la ejecución de los ejercicios sin que esto conlleve una limitación. Por ello, se propone como una futura línea de acción estudiar la instalación de un sistema de alimentación eléctrica e incluso estudiar la posibilidad y viabilidad de que ese sistema sea fundamentalmente a base de una alimentación fotovoltaica sostenible.

Otra limitación identificada a la hora de escoger las innovaciones que proponer es la falta de seguridad ante el acceso de personal ajeno al CTM. Éste es un problema que se está intentando subsanar, pero las medidas siguen sin ser suficientes, lo que limita los medios que se pueden dejar instalados en el CTM y que obliga al continuo transporte de material. Esto concluye en una pérdida significativa del tiempo para instrucción. Por ello, se propone mejorar las condiciones de vigilancia del perímetro o la instalación de contenedores metálicos y seguros tipo container para el almacenamiento del equipo de cada GOE.

En cuanto al foso de tiro, tras estudiar los proyectos de Córdoba y Almería expuestos en el estado del arte, el uso de paredes modulares aportaría un gran nivel de realismo y a su vez, permitiría mayor flexibilidad en cuanto al ajuste de la dificultad del ejercicio. Para ello, se propone el uso de unos marcos de aluminio aleado que ofrece mayor resistencia mecánica que el plástico o la madera empleada en otras instalaciones.

Por último y como complemento, el uso de munición frangible (Punta blanda) reduce el desgaste y deterioro de las instalaciones y la instalación de blancos neumáticos no brinda un abanico tan amplio de ejercicios como los automáticos, pero serían una opción para ejercicios de tiro instintivo, trabajando cualidades indispensables como la velocidad de decisión y reacción.



9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. The Political room. Las olas del terrorismo y las insurgencias del futuro. [En línea] <https://thepoliticalroom.com/>.
2. Hoffman, Frank. Hybrid Warfare and Challenges. 2007.
3. Defensa. Nuevos blancos abatibles. [En línea] 2015. https://ejercito.defensa.gob.es/actualidad/2015/12/4768-nuevos_blanco_abatibles.html.
4. —. INSTALACIONES PARA LA INSTRUCCIÓN CON FUEGO REAL EN INTERIOR DE EDIFICIOS (CASA DE TIRO). 2006.
5. Luna, Sandra Margarita Maldonado. Manual práctico para el diseño de la Escala Likert. s.l. : Trillas, 2007.
6. Tactical Online. Action Target líder en instalaciones de tiro. [En línea] 2017. <http://www.tacticalonline.com>.
7. Salinas, M. Proyecto básico y de ejecución de la galería de tiro para la policía local de Orihuela. s.l. : Alicante, 2008.
8. [En línea] 26 de Octubre de 2021. <http://www.galeriasdetiro.com>.
9. TÉCNICOS, FIXER PAVIMENTOS. Losetas de caucho para galería de tiro. Valencia : s.n., 2019.
10. Gomavial. [En línea] [Citado el: 22 de Octubre de 2021.] <http://www.gomavial.com>.
11. Elaplas. Ficha técnica de características del caucho natural.
12. Tradesegur. Sistemas de seguridad ciudadana. [En línea] [Citado el: 25 de Octubre de 2021.] <https://www.tradesegur.com/galerias-de-tiro>.
13. Electrónica, GTS. Sistemas Parabolas Láminas de caucho.
14. —. Información general de productos Weldox, Hardox, Armox y Toolox. 2018.
15. Tercio Don Juan de Austria 3º de la Legión. Jornadas de Foso de tiro. 2016.
16. Mapa Geológico de Alicante escala 1:200.000. [En línea] <https://igme.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=fafb042083c542538012140d71d5e7cf>.
17. ingeniería, Inpromon Arquitectura e. Instrucción de tiro y galerias en las unidades policiales. [En línea] <https://www.preparadores.eu/policia/>.

ANEXOS

Anexo A. Guion de la entrevista a expertos.

- ¿Dónde suelen realizar la instrucción de tiro?
- ¿Siempre tienen los equipos operativos las mismas horas de tiro?
- ¿Cuándo esta instrucción es más intensa?
- ¿Se evalúan las habilidades de tiro de los componentes de cada equipo?
- ¿Cada cuánto tiempo?
- ¿Qué ejercicios son los más cruciales para el entrenamiento de un equipo?
- ¿Qué ejercicios no pueden realizar aquí en Alicante?
- ¿Qué mejoraría de las instalaciones actuales?
- ¿Qué implementación llevaría a cabo con mayor urgencia?
- ¿Qué opina del uso de blancos automáticos?
- ¿Qué ventajas cree que aportan?
- ¿Cree que se puede alcanzar una instrucción óptima sin ellos?

Anexo B. Guion para la encuesta al personal del GOE III.

- ¿Cuál es la mayor necesidad que usted encuentra en cuanto a la instrucción de tiro?
- ¿Cree que es viable la instalación de blancos móviles, para el tiro a objetivos en movimiento, en las instalaciones del MOE?
- ¿Cree que es necesaria la instalación de blancos móviles, para el tiro a objetivos en movimiento, en las instalaciones del MOE?
- ¿Cree que es viable la instalación de blancos abatibles en las instalaciones del MOE?
- ¿Cree que es necesaria la instalación de blancos abatibles en las instalaciones del MOE?
- ¿Qué importancia cree que tiene la iluminación en un blanco? (Así como huella térmica o de luz pasiva para tiro nocturno)
- ¿Qué importancia cree que el blanco sea móvil? (Entiéndase por móvil la capacidad de hacer fuego a un blanco en movimiento)
- ¿Qué importancia cree que tiene que el blanco sea portable? (refiriéndose a la facilidad para transportarlo o colocarlo en distintos puntos de un CT según las necesidades)
- ¿Qué importancia cree que tiene que el blanco sea programable? (Temporizador, reactivo a impactos, capacidad de amigo/enemigo)
- ¿Qué importancia cree que tiene que el blanco sea compatible con diferentes tipos de blancos?
- ¿Qué otra cualidad o característica les exigiría a los blancos?

Anexo C. Otras tablas y datos obtenidos de las encuestas.

Otras cualidades necesarias	
Portables	6,90%
Discriminación amigo/enemigo	1,72%
Distintos tamaños de blanco	5,17%
Autonomía	8,62%
Movimiento en varias direcciones	5,17%
Fotorrealista	6,90%
Blancos 3D	17,24%
Rugerizados	8,62%
Fácil de reparar	5,17%
Interactivos con los impactos	1,72%
Detección de impactos	5,17%

Trabajar la velocidad de reacción y la puntería	5,17%
Blancos automáticos	36,21%
Munición	20,69%
Poder hacer fuego real 180°	24,14%
Instrucción y evaluación unificada	5,17%

Años de servicio	Censo por años de servicio
De 3 a 5 años	7
De 5 a 10 años	21
Mas de 10 años	28
Menos de 3 años	2

Anexo D. Puntuación de los blancos automáticos.

	NTGS	SAAB	COHEMO	Zen	Peso sobre 100		NTGS	SAAB	Zen
Programable	Si	Si		Si	50,00	20,95%	10,48	10,48	10,48
Posibilidad de tiro nocturno (Luz, huella térmica...)	Si	Si		Si		16,91%	8,46	8,46	8,46
Blanco fijo sobre plataforma móvil	Si	No		Si		21,38%	10,69	0,00	10,69
Portabilidad	Si	No		Si		21,05%	10,52	0,00	10,52
Compatibilidad con otros blancos	Si	Si		No		19,70%	9,85	9,85	0,00
Siluetas 3D para detección de impactos con ángulos horizontales o verticales	Si	Si		No	40,00	9,09%	3,64	3,64	0,00
Interacción con el impacto	Si	Si		No		9,09%	3,64	3,64	0,00
Avería o fallo	Si	Si		Si		9,09%	3,64	3,64	3,64
Rugierización	IP65	IP65	IP65	IP65		9,09%	3,64	3,64	3,64
Distintos tamaños de blancos	Si	Si		No		9,09%	3,64	3,64	0,00
Blancos fotorrealistas	Si	Si		Si		9,09%	3,64	3,64	3,64
Nivel de batería	Si	Si		Si		9,09%	3,64	3,64	3,64
Versatilidad de movimiento	Si	Si		Si		9,09%	3,64	3,64	3,64
Autonomía del blanco (ciclos)	200	200		150		9,09%	3,64	3,64	2,73
Blanco con silueta doble o reversible	Si	No		Si		9,09%	3,64	3,64	3,64
Localización de impactos	Si	Si		Si	9,09%	3,64	3,64	3,64	
Peso del blanco	24 kg	35 kg		32 kg	10,00	16,67%	1,67	1,25	0,83
Alimentación a red eléctrica	Si	Si		Si		16,67%	1,67	1,67	1,67
Regulación de velocidad del blanco	Si	Si		Si		16,67%	1,67	1,67	1,67
Detección de tiempos	Si	Si		Si		16,67%	1,67	1,67	1,67
Modificación del centro de impactos	Si	Si		Si		16,67%	1,67	1,67	1,67
Near miss	Si	Si		Si		16,67%	1,67	1,67	1,67
						100,00	78,37	77,50	

Siendo los de color amarillos, los obtenidos como propuesta de los expertos en diferentes entrevistas. Los de color rojo son aquellos sugeridos en las encuestas y, por último, otros aspectos mencionados en las fichas técnicas de los modelos.

Anexo E. Ensayo balístico.



Pared vestida (goma, madera, plancha acero). La goma balística absorbe el proyectil (impacto directo o en ángulo), éste impacta sobre el metal que lo aplasta, y los posibles fragmentos de camisa se absorben entre el plafón de madera y la goma



Aproximado 45/60 grados
Impacto directo se observó la inexistencia de rebotes



No se observan rebotes en el blanco, el único rastro que queda es el polvo generado por el proyectil al penetrar en la goma





Dos gomas balísticas de 4cm grosor, blanco para registros de rebotes y una placa de vehículo de origen desconocido, posiblemente una placa lateral de vehículo de transporte de tropas soviético.



Se observa que el proyectil pasa las dos gomas de 4 cm grosor cada una. En el blanco se identifica un orificio de menor diámetro que el proyectil, al igual que en el saco terrero. La goma lo ha aplastado.





Resultados en la goma, se observa marca de mayor tamaño en la entrada y de menor en la salida. La densidad de la goma frena y aplasta el proyectil.



El proyectil se introduce en el saco terrero 7 cm dejando un orificio de 1,5 cm.

Anexo F. Toxicidad del aire por plomo.

- El plomo es una sustancia tóxica que se va acumulando en el organismo afectando a diversos sistemas del organismo. La exposición se mide con la concentración en sangre.
- No existe un nivel de exposición al plomo por debajo del cual se puede afirmar que no se sufrirán efectos perjudiciales.
- La exposición al plomo es prevenible.

El plomo es un metal tóxico presente de forma natural en la corteza terrestre. Su uso generalizado ha dado lugar a una importante contaminación ambiental, a la exposición humana y a graves problemas de salud pública en muchas partes del mundo.

Este metal puede llegar a causar daños duraderos, por ejemplo, aumentando el riesgo de hipertensión arterial y de lesiones renales.

Las personas pueden verse expuestas al plomo en su lugar de trabajo o en su entorno, principalmente a través de:

- La inhalación de partículas de plomo generadas por la combustión de materiales que contienen este metal.
- La ingestión de polvo, agua o alimentos contaminados con plomo.

El Instituto de Sanimetría y Evaluación Sanitaria estimó que, en 2019, la exposición al plomo causó 900 000 defunciones y la pérdida de 21,7 millones de años de vida sana (años de vida ajustados en función de la discapacidad, o AVAD) en todo el mundo debido a sus efectos a largo plazo en la salud. La mayor carga corresponde a los países de ingresos bajos y medianos. Además, el Instituto estimó que, en 2019, la exposición al plomo ocasionó el 62,5% de la carga mundial de insuficiencia del desarrollo intelectual sin causa evidente, así como el 8,2% de la carga mundial de la cardiopatía hipertensiva, el 7,2% de la carga mundial de la cardiopatía isquémica y el 5,65% de la carga mundial de accidentes cerebrovasculares.

Anexo G. Munición frangible.

La munición frangible es aquella que, por estar formada con una punta blanda, es capaz de quebrarse o fragmentarse frente a superficies mucho más delgadas y menos resistentes que la munición de guerra. Los proyectiles frangibles están específicamente diseñados para descomponerse en partículas, como un polvo fino, al impactar sobre superficies duras —normalmente blancos metálicos— y generalmente se clasifican en dos categorías: munición de entrenamiento y munición de rebote reducido y penetración limitada [Reduced Ricochet Limited Penetration (RRLP o R2LP)]. Es importante destacar que, aunque la munición frangible se desintegra de forma ideal contra un blanco metálico duro, NO quiere decir que vaya a hacerlo así frente a materiales menos densos, entre los que se incluyen los tejidos blandos.

Desde la Segunda Guerra Mundial han estado disponibles varios tipos de munición frangible de entrenamiento. La munición frangible de entrenamiento permite realizar con seguridad ejercicios de entrenamiento a corta distancia cuando se utilizan blancos metálicos, reduce el peligro de la penetración de tabiques en el interior de casas de tiro que utilizan atrapabalas metálicos y puede suponer una menor contaminación por plomo, ya que la mayoría de los proyectiles frangibles no contienen plomo.

En un ensayo encontrado, la munición frangible Greenshield de calibre 9 mm era capaz de perforar totalmente blindaje blando, pero se desmenuzaba completamente al impactar contra una plancha de acero de 5 mm de espesor, sin que esta mostrara daño visible alguno. Al disparar contra una pared de hormigón ocasionó un agujero de 7,5 cm (3 pulgadas) de profundidad, pero en tejido blando actuó como un proyectil blindado de 9 mm, sin deformación o fragmentación, y con una penetración de 56-61 cm (22-24 pulgadas).

Anexo H. Karstificación.

El proceso de karstificación se produce en las rocas compuestas de sal, yeso (sulfato de calcio hidratado) y carbonatos de calcio y de magnesio (calizas y dolomías), en donde el agua reacciona con estos minerales y los disuelve, guardando las proporciones debidas al tiempo. En las rocas calizas donde predomina el carbonato cálcico (CaCO_3), la disolución es más lenta que en sales o yesos y se produce en las fisuras naturales de las rocas por infiltración del agua en presencia de dióxido de carbono (CO_2). La reacción entre el ácido carbónico y el carbonato cálcico provoca la disolución de éste. La circulación del agua rica en ácido carbónico provoca la erosión de los materiales dando lugar a oquedades, cavidades y huecos.

Los daños en las edificaciones se producen por la existencia de huecos, simas (depresiones profundas del terreno con paredes verticales), cavidades o grutas, que pueden ser de gran diámetro y estar cerca de la superficie y en la zona de influencia de la cimentación provocando el colapso o hundimiento de las edificaciones afectadas.

Debemos, además, tener en cuenta algunos factores que intervienen en el desarrollo de los fenómenos de karsticidad:

- La lluvia.
- La temperatura.
- El relieve.
- La fuente de dióxido de carbono.
- La textura de las rocas.
- Las fracturas del terreno.
- La inclinación del terreno.

Indicios de la existencia de karsticidad:

- Existen dolinas (celadas u hoyas): depresiones cerradas con contornos sinuosos y paredes escarpadas que tienen forma de grandes embudos o pozos cerrados que combinan procesos de disolución de los materiales carbonatados y de arrastre físico de los mismos.
- Desaparecen en el terreno cursos de aguas naturales o artificiales.
- Los testigos extraídos muestran huellas de disolución, cavidades, zonas rellenas de arcilla...

Anexo I. Realización de tramo de prueba.

Antes de iniciarse la puesta en obra de la zahorra será preceptiva la realización de un tramo de prueba para comprobar la fórmula de trabajo. La forma de actuación de los equipos de extensión y compactación, y especialmente el plan de compactación. El tramo de prueba se realizará sobre una capa de apoyo similar en capacidad de soporte y espesor al resto de la obra.

Durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia, en su caso, entre los métodos de control de la humedad y densidad in situ, establecidos en el pliego de Prescripciones Técnicas, y otros métodos rápidos de control.

El pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el director de las Obras, fijará la longitud del tramo de prueba, que no será en ningún caso inferior a cien metros. El director de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la unidad de obra definitiva.

A la vista de los resultados obtenidos, el director de las Obras definirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo:
 - En el primer caso y podrá iniciar la ejecución de la zahorra.
 - En el segundo, deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, modificación en los sistemas de puesta en obra, corrección de la humedad de compactación, etc.).
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista:
 - En el primer caso, definirá su forma específica de actuación.
 - En el segundo caso, el Contratista deberá proponer nuevos equipos o incorporar equipos suplementarios.

No se podrá proceder a la producción sin que el director de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

Anexo J. Proposición de programación temporal para la puesta en obra del foso de tiro.

TRABAJOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Replanteo																														
Nivelación y compactación																														
Extendido de geotextil																														
Extendido y nivelado de zahorra																														
Extendido y nivelado de arena																														
Muros de Hesco Bastion																														
Instalación de Parabolas																														

Anexo k. Parte de Novedades para el “Fin de Jornada”.

GFH	DIRECTOR EJERCICIO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA NOVEDAD

Alicante a de de
El

Fdo