



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Evaluación del sistema de puntería sin exposición
del tirador del RI 63

DAVID ARNEDO JOYA

Director académico: Pablo Azagra Millán

Director militar: Álvaro González Gavaldá

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

Año 2023



Agradecimientos

En primer lugar, deseo expresar mi más sincero agradecimiento al capitán de Infantería Álvaro González Gavaldá por su orientación, como Director Militar, en el enfoque del trabajo de fin de grado y por la creación de los ejercicios de tiro que permitieron poner a prueba el sistema.

Agradezco también al sargento de Infantería Diego Álvarez Coya. Su apoyo y orientación han sido fundamentales durante la realización de este proyecto. Siempre han mostrado confianza en la utilización del sistema de puntería, destacando su capacidad para operar sin exponer al tirador.

Quiero destacar especialmente a la Segunda Compañía del BIMT "Cataluña" I/63 Barcelona. No solo tuvieron la amabilidad de acogerme en la compañía, sino que también me ofrecieron un invaluable apoyo en el campo de tiro durante los ejercicios.

Mi profundo reconocimiento al Doctor Sergio Espinosa Gil. Gracias a su conocimiento y experiencia, pude aprender a utilizar el software GraphPad Prism, herramienta esencial en la elaboración de mi trabajo.

No puedo dejar de mencionar a la Doctora María Teresa Lozano Albalate, quien fue esencial en la redacción de la propuesta de este trabajo de fin de grado. Asimismo, agradezco al Doctor Pablo Azagra Millán, director académico, por su asistencia en el enfoque y corrección del trabajo.

A todos ellos, les ofrezco mi más sincero y profundo agradecimiento.



RESUMEN

Este trabajo se centra en la investigación y evaluación de un sistema denominado Sistema de puntería sin exposición del tirador (SPSET), diseñado para mejorar la eficacia en situaciones de combate en zonas urbanizadas. El principal incentivo detrás de la implementación de este sistema en el RI 63 es la creciente necesidad de proporcionar a los combatientes una herramienta que les permita disparar sin exponerse directamente al peligro. En entornos urbanos, donde los escenarios de combate son impredecibles y el riesgo es inminente, el SPSET promete ofrecer una ventaja táctica.

La metodología empleada en este estudio es tanto cuantitativa como cualitativa. Se realizó una exhaustiva revisión del estado del arte, analizando sistemas de puntería existentes y su aplicabilidad en combates urbanos. Posteriormente, se diseñó un protocolo experimental donde se reclutaron aleatoriamente 10 miembros de una compañía de fusiles. Estos participantes se dividieron en dos grupos: el Grupo Control, que utilizó fusiles sin el SPSET, y el Grupo Problema, que utilizó fusiles equipados con el SPSET. La intención detrás de esta división era comparar la eficacia y rendimiento de ambos grupos en ejercicios de tiro simulando situaciones similares al combate en población.

Los resultados obtenidos arrojaron una notable diferencia en el rendimiento entre ambos grupos. El Grupo Problema, equipado con el SPSET, mostró una peor precisión y eficacia en los ejercicios de tiro, lo que rechaza la hipótesis inicial de que el SPSET puede mejorar significativamente la capacidad de disparo en situaciones de combate urbano. Además, las encuestas realizadas a los participantes revelaron una percepción positiva del sistema, pero una necesidad de mejora en algunos aspectos.

Es crucial mencionar que el estudio tiene ciertas limitaciones. El alcance se limitó a escenarios controlados y simulados, y no se consideraron factores como la naturaleza de las paredes, la presencia de puertas o situaciones de espacios limitados. A pesar de estas restricciones, los resultados obtenidos son prometedores y respaldan los objetivos propuestos en la investigación.

Concluyendo, el SPSET surge como una herramienta innovadora que busca revolucionar el combate urbano. Su capacidad para permitir a los combatientes disparar sin exponerse directamente al peligro lo convierte en un recurso invaluable en escenarios urbanos. Aunque se requieren más investigaciones para validar su eficacia en situaciones reales, los resultados actuales sugieren que el SPSET debe mejorar en dirección a una mejora en la seguridad y familiarizaciones evidente que necesita mejoras, en seguridad y control del sistema.

Palabras clave

Sistema de puntería sin exposición del tirador (SPSET)

Eficacia

Situación de combate

Angulación



ABSTRACT

This study focuses on the research and evaluation of a system called the Shooter Non-Exposure Aiming System (SPSET), designed to enhance efficiency in urban combat situations. The primary incentive behind the implementation of this system in the RI 63 is the growing need to provide fighters with a tool that allows them to shoot without directly exposing themselves to danger. In urban settings, where combat scenarios are unpredictable and risk is imminent, the SPSET promises to offer a tactical advantage.

The methodology used in this study is both quantitative and qualitative. An exhaustive review of the state of the art was carried out, analyzing existing aiming systems and their applicability in urban combat. Subsequently, an experimental protocol was designed where 10 members of a rifle company were randomly recruited. These participants were divided into two groups: The Control Group, which used rifles without the SPSET, and the Problem Group, which used rifles equipped with the SPSET. The intention behind this division was to compare the efficiency and performance of both groups in shooting exercises simulating situations similar to combat in populated areas.

The results obtained showed a significant difference in performance between the two groups. The Problem Group, equipped with the SPSET, showed worse accuracy and efficiency in the shooting exercises, which rejects the initial hypothesis that the SPSET can significantly improve shooting ability in urban combat situations. Additionally, surveys conducted with participants revealed a positive perception of the system but a need for improvement in some areas.

It is crucial to mention that the study has certain limitations. The scope was limited to controlled and simulated scenarios, and factors such as the nature of the walls, the presence of doors, or limited space situations were not considered. Despite these constraints, the results obtained are promising and support the objectives proposed in the research.

In conclusion, the SPSET emerges as an innovative tool aiming to revolutionize urban combat. Its ability to allow fighters to shoot without directly exposing themselves to danger makes it an invaluable resource in urban scenarios. Although more research is required to validate its effectiveness in real situations, current results suggest that the SPSET needs improvement, especially in safety and system control.

KEYWORDS

Aiming system without shooter exposure (SPSET)

Efficacy or Effectiveness

Combat situation

Angulation



INDICE DE CONTENIDO

<i>Agradecimientos</i>	<i>I</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>II</i>
<i>Palabras clave</i>	<i>II</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>III</i>
KEYWORDS.....	III
<i>INDICE DE FIGURAS</i>	<i>VI</i>
<i>INDICE DE TABLAS</i>	<i>VII</i>
<i>ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS</i>	<i>VIII</i>
<i>1 INTRODUCCIÓN</i>	<i>1</i>
<i>2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA</i>	<i>4</i>
2.1 OBJETIVOS.....	4
2.2 METODOLOGÍA.....	4
<i>3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO</i>	<i>6</i>
<i>4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS</i>	<i>8</i>
4.1 DEFINICIÓN DEL SISTEMA.....	8
4.2 DISEÑO DE LOS EJERCICIOS DE TIRO.....	12
4.3 ELECCIÓN VARIABLES DE MEDICIÓN.....	15
4.4 PREPARACIÓN Y RECLUTAMIENTO DE PARTICIPANTES.....	16
4.5 EJECUCIÓN DE LOS EJERCICIOS DE TIRO.....	17
4.6 RECOPIACIÓN DE DATOS Y ENCUESTAS.....	18
4.7 ANÁLISIS DE DATOS.....	18
4.8 RESULTADOS OBTENIDOS.....	19



4.9	ENCUESTAS.....	21
5	CONCLUSIONES.....	23
5.1	LIMITACIONES	26
5.2	TRABAJO FUTURO.....	27
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
	ANEXOS.....	30
	ANEXO A: TABLA EFECTIVIDAD EJERCICIOS DE TIRO	30
	ANEXO B: TABLA AGRUPACIÓN EJERCICIOS DE TIRO	31
	ANEXO C: TABLA TIEMPOS EJERCICIOS DE TIRO	32
	ANEXO D: ENCUESTAS GRUPO PROBLEMA	34
	ANEXO E: RESULTADOS ENCUESTAS	36
	ANEXO F: FOTOS REALIZADAS DURANTE LOS EJERCICIOS DE TIRO	40
	ANEXO E: GRAFICAS GRAPHPAD PRISM	45



INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ejército de Tierra. (2023). Cuartel del Bruch Disponible en: https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Barcelona/ri63/index.html	2
Figura 2 Fusil periscopico de trinchera durante la Primera Guerra Mundial.....	6
Figura 3 Soldado del ejército francés con sistema FELIN	7
Figura 4 Corner Shoot	7
Figura 5 Ejército de Tierra. (2019). Briex 35. Disponible en: https://ejercito.defensa.gob.es/estructura/briex_2035/principal.html [Consultado el 21 de octubre de 2023].....	8
Figura 6 Visor holográfico EOTech 552.A65	9
Figura 7 GoPro Hero 8	9
Figura 8 Móvil Blackview BV7100	10
Figura 9 Rail Picatinny HK-G 36 E	10
Figura 10 Soporte móvil abatible KYDEX GTW GEAR.....	11
Figura 11 Partes del SPSET	11
Figura 12 Ejercicio de Tiro nº3 Posición "Classic Low Ready"	14
Figura 13 Comparación entre una agrupación correcta y incorrecta	16
Figura 14 Silueta tipo 2.....	17
Figura 15 Ejercicio nº1 en campo de tiro de San Clemente de Sasebas	18
Figura 16 Gráfica tiempo Ejercicio 1 y 2.....	19
Figura 17 Grafica tiempo en ejercicios 3, 4 y 5	20
Figura 18 Grafica Agrupación Ejercicios 3,4 y 5	20
Figura 19 Gráfica efectividad ejercicios de tiro	21
Figura 20 Tirador Grupo Problema en ejercicio 6	24
Figura 21 Cuairán Cañete, J. (2019) 'error angular', en manual de COMBATE EN ZONAS URBANIZADAS, 4ª EDICIÓN	25
Figura 22 AN / PVS-14	28
Figura 23 Raíl y blacos en el campo de tiro de "El Goloso"	28



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Precio SPSET	12
Tabla 2 Ejercicio de tiro nº1	13
Tabla 3 Ejercicio de tiro nº2	13
Tabla 4 Ejercicio de tiro nº3	14
Tabla 5 Ejercicio de tiro nº4	14
Tabla 6 Ejercicio de tiro nº5	15
Tabla 7 Ejercicio de tiro nº6	15
Tabla 8 Tabla Efectividad Grupo Problema.....	19



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AN/ PVS	Army/Navy Portable Visual Search Monocular Portable
BIMT	Batallón de Infantería Motorizado
FAMAS	Fusil d'Assaut de la Manufacture d'Armes de Saint-Étienne
FELIN	Fantassin à Équipement et Liaisons Intégrés
HK- G 36 E	Heckler & Koch G36 E
MNVD	Dispositivo monocular de Visión Nocturna
MOLLE	Modular Lightweight Load-carrying Equipment
ONU	Organización Naciones Unidas
RI 63	Regimiento de Infantería 'Barcelona' nº 63
SPSET	Sistema de Puntería Sin Exposición al Tirador
SWAT	Special Weapons and Tactics
TCOL	Teniente Coronel
VAMTAC	Vehículo de Alta Movilidad Táctico



1 INTRODUCCIÓN

En el mundo contemporáneo, la urbanización avanza a un ritmo sin precedentes. De hecho, estudios demográficos de la ONU muestran una tendencia creciente hacia la concentración de la población en áreas urbanas, con estimaciones que indican que, para 2025, el 70% de la población mundial residirá en ciudades. Este fenómeno tiene profundas implicancias en el ámbito militar. El combate urbano, que ha sido una constante a lo largo de la historia, adquiere hoy una relevancia especial. Aunque figuras históricas como Sun Tzu advirtieron sobre los desafíos y riesgos de asaltar ciudades, el combate en zonas urbanizadas se ha vuelto inevitable en muchos conflictos modernos. Este trabajo se centrará en el combate en población extenso, analizando sus características, desafíos y evolución a lo largo del tiempo. Exploraremos cómo las estructuras urbanas influyen en las tácticas y estrategias militares y discutiremos la relevancia de este tipo de combate en el contexto geopolítico actual (Cañete, 2019).

El crecimiento urbano sin precedentes y el aumento de la densidad poblacional en las ciudades han desencadenado una profunda transformación en las estrategias de combate. Atrás quedaron los días donde el combate convencional se centraba únicamente en enfrentamientos en terrenos abiertos. El vertiginoso auge de la urbanización y la masiva presencia de civiles en áreas urbanizadas han añadido complejidad a las operaciones militares.

Una característica destacada del combate en población es la presencia de entornos multidimensionales. Estas áreas pobladas presentan desafíos singulares, incluyendo la dificultad de distinguir y neutralizar a insurgentes en medio de poblaciones civiles. Esta realidad conlleva restricciones en la utilización de armas pesadas, como la artillería, para minimizar daños colaterales y reducir las pérdidas civiles. De hecho, el uso de ciertas armas podría resultar en graves consecuencias humanitarias y políticas.

La adaptación táctica y logística es primordial en este escenario. Esto incluye la reorganización de unidades militares, el establecimiento de zonas seguras, y una coordinación meticulosa con fuerzas aliadas para fortificar posiciones. Además, es fundamental considerar aspectos culturales y sociales del área de operación. Por ejemplo, en sociedades tribales, es esencial comunicarse a través del jefe de la tribu o clan dominante y respetar las estructuras sociales tradicionales.

Las directrices del ejército, como las reflejadas en el manual del ejército español, subrayan la necesidad de adaptarse a esta evolución, proporcionando pautas detalladas para enfrentar los retos particulares del combate en entornos urbanizados. La preparación, adaptabilidad y respeto hacia las poblaciones civiles son cruciales para garantizar una operación exitosa y minimizar el impacto humanitario (Cañete, 2019).

Buscando una seguridad en estos escenarios, los métodos de tiro sin exponerse al enemigo han avanzado ofreciendo a los militares la posibilidad de combatir sin quedar expuestos a ataques. En conflictos antiguos, se recurrió a herramientas como escudos metálicos en defensas y fusiles equipados con periscopios para atacar sin mirar directamente al adversario. Estos mecanismos se popularizaron durante la Primera Guerra Mundial debido al estilo combativo de las trincheras y la urgencia de reducir bajas. La intensidad del enfrentamiento y el combate estático promovieron la creación de herramientas más avanzadas para este propósito. La constante mejora en estos sistemas de combate se ha orientado hacia lograr una superioridad táctica y disminuir la probabilidad de ser alcanzado por ataques enemigos, garantizando a los soldados la capacidad de luchar disminuyendo su exposición al peligro (Modrón, AGOSTO 2015).



Figura 1 Ejército de Tierra. (2023). Cuartel del Bruch Disponible en: <https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Barcelona/ri63/index.html>

Para abordar este desafío, el RI "Barcelona" 63 ha desarrollado el sistema de puntería sin exposición al tirador (SPSET) con el objetivo de mejorar la eficacia y seguridad en el campo de batalla para el "Ejército 2035". El Regimiento de Infantería 'Barcelona' nº 63 se estableció el 1 de enero de 2020 debido a las Adaptaciones Orgánicas de 2019. Sus raíces se remontan al Batallón de Voluntarios de Barcelona nº 43, fundado en 1793, con un historial destacado en África, Portugal y Cuba. A pesar de varios cambios y disoluciones a lo largo del tiempo, es el sucesor del Regimiento Mixto de Infantería 'Barcelona' nº 63, que se transformó en el Regimiento de Infantería 'Arapiles' nº 62. Ahora, el Regimiento de Infantería "Barcelona" 63 incluye la Plana Mayor de Mando y el Batallón "Cataluña" I/63, bajo la Brigada "Aragón" I. Ubicado cerca de la Avenida Diagonal en Barcelona, ha tenido diferentes organizaciones, siendo la más reciente un Batallón de Infantería Motorizado con vehículos VAMTAC (Tierra, 2021).

El SPSET busca ser un sistema de bajo costo y fácil integración, combina tecnologías comerciales y reglamentarias, permitiendo a los soldados observar y apuntar tanto de día como de noche sin exponerse al fuego enemigo. Se ha implementado un visor nocturno tipo monóculo, un visor holográfico EOTech 552.A65 y una cámara de acción personal tipo GoPro con conectividad bluetooth o wifi en un fusil HK-G 36 E reglamentario. Esta combinación, montada sobre una regleta picatinny, se conecta a dispositivos móviles como tabletas o smartphones, permitiendo al tirador visualizar el entorno y apuntar sin la necesidad de alinear físicamente el fusil. El diseño modular del SPSET facilita adaptaciones rápidas, y su configuración ligera y portátil lo hace fácilmente transportable por el infante (GONZALEZ, 2021).

El objetivo principal de este trabajo de fin de grado es evaluar exhaustivamente el SPSET del RI 63 y analizar su viabilidad en operaciones de combate en zonas urbanizadas. Para lograr este propósito, se propondrán ejercicios de tiro que simularán escenarios específicos del combate en zonas urbanizadas en los que el SPSET podría ser empleado. La recopilación y el análisis de datos resultantes de estos ejercicios permitirán examinar la compatibilidad del sistema con el entorno de combate.

Además de la evaluación de la efectividad operativa, se abordará la viabilidad económica del SPSET, realizando un análisis de costes asociados. Este enfoque integral proporcionará una visión completa del SPSET, desde su eficacia en el campo hasta su sostenibilidad desde una perspectiva económica.



El proyecto se llevará a cabo en una serie de etapas claramente definidas con el objetivo de realizar un estudio exhaustivo sobre la efectividad del SPSET del RI 63 en situaciones de combate en zonas urbanizadas. En la primera etapa, se llevará a cabo una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre el sistema y sus funciones. Seguidamente, se realizará un diseño experimental detallado que establecerá los parámetros esenciales para los ejercicios de tiro. Luego, en la segunda etapa, se diseñarán los ejercicios de tiro para evaluar la herramienta. En la tercera etapa, se preparará logísticamente la ejecución de los ejercicios y se reclutará a los participantes, seleccionando combatientes de una Compañía de fusiles para formar los grupos de estudio. La cuarta etapa será la ejecución de los ejercicios de tiro para comparar el grupo que utilizan el SPSET y el grupo que no. En la quinta etapa, se recopilarán datos esenciales, incluyendo tiempo de ejecución y eficacia de los disparos, además de encuestas a los participantes. Finalmente, en la sexta etapa, se realizará un análisis estadístico de los datos, utilizando el software GraphPad Prism, para identificar diferencias significativas entre los grupos y formular recomendaciones basadas en los hallazgos. Este enfoque metodológico riguroso permitirá una evaluación completa de la viabilidad y efectividad del sistema en combate urbano.

Este trabajo se plantea como una contribución valiosa al conocimiento en el ámbito militar, ofreciendo una evaluación exhaustiva de una tecnología potencialmente revolucionaria que puede mejorar la seguridad y la eficacia de los combatientes en escenarios de combate en población, donde cada conflicto presenta desafíos cambiantes y peligros significativos para los combatientes.



2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1 OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es evaluar la efectividad del SPSET su efectividad en las situaciones de combate en zonas urbanizadas.

En el contexto de este trabajo, se plantean objetivos específicos que buscan analizar y evaluar la efectividad del SPSET, así como explorar su viabilidad en situaciones de combate en zonas urbanizadas. Estos objetivos se han desglosado en las siguientes metas concretas:

- Conocer la necesidad del SPSET y las razones detrás de la implementación de este sistema en el RI 63.
- Analizar la efectividad del SPSET en situaciones de combate: Se pretende evaluar cómo el SPSET contribuye a mejorar la capacidad de los combatientes para efectuar disparos sin exponerse al peligro en escenarios urbanizados.
- Comparar el rendimiento entre el Grupo Control y el Grupo Problema: Se realizará una comparación detallada entre los dos grupos de participantes, el Grupo Control (que utiliza el fusil sin el SPSET) y el Grupo Problema (que utiliza el fusil con el SPSET), para determinar cualquier diferencia en su rendimiento en ejercicios de tiro simulados.
- Explicar la viabilidad del sistema en combate en población: Este objetivo implica analizar si el SPSET es viable y efectivo en situaciones reales de combate en entornos urbanos. Analizar también la contribución del sistema en la reducción de riesgo para el combatiente

El alcance de este trabajo se centra en la evaluación del SPSET en condiciones controladas y simuladas de combate urbano. Es importante destacar que este estudio no aborda situaciones extremas ni considera factores como la naturaleza de las paredes, la presencia de puertas o blancos abatibles, ni situaciones de espacios limitados que puedan influir en el rendimiento del sistema. También se ha descartado probar el sistema en ambiente nocturno o condiciones de baja visibilidad. Además, se deben mencionar las restricciones relacionadas con el campo de tiro, que se limitan a las instalaciones disponibles y a la munición disponible para el trabajo.

Es importante tener en cuenta que este trabajo se centrará en la simulación de situaciones de combate en zonas urbanizadas a través de ejercicios de tiro y la recopilación de datos subjetivos sobre los usuarios del sistema a través de encuestas en línea. No se abordarán aspectos relacionados con el uso real en situaciones de combate, ya que se trata de un estudio experimental con limitaciones temporales y de recursos propias de un proyecto de fin de grado. También se analizará la opinión interna de usuarios sobre el sistema.

2.2 METODOLOGÍA

La metodología empleada para llevar a cabo este estudio experimental, cuyo propósito es evaluar la efectividad del SPSET del RI 63 se basa en un enfoque riguroso y organizado utilizando tanto herramientas cuantitativas como cualitativas.

Para el diseño experimental, se ha llevado a cabo un estudio exhaustivo del estado del arte para recopilar información relevante sobre sistemas de puntería sin exposición al tirador ya existentes y sus aplicaciones en situaciones de combate en población. Se identificaron las capacidades y limitaciones de estos sistemas y se establecieron los escenarios de combate urbano relevantes. Se definieron las posiciones tanto de los objetivos como del tirador en función



de las características específicas de este tipo de combate. Asimismo, se ha llevado a cabo una revisión detallada de la literatura existente relacionada con los fundamentos del tiro con el fusil HK-G36 E. A partir de esta información, se ha diseñado un protocolo experimental que incluirá la definición de los parámetros esenciales para los ejercicios de tiro.

Se ha procedido al reclutamiento de los participantes seleccionando aleatoriamente un grupo de 10 miembros de una compañía de fusiles. Estos participantes se dividieron de manera aleatoria en dos grupos: el Grupo Control y el Grupo Problema. Este proceso se llevará a cabo de forma imparcial para evitar cualquier influencia en el experimento que pudiera surgir al asignar a individuos con diferentes niveles de experiencia o entrenamiento en el manejo del fusil HK-G 36 E.

Para el análisis de datos se emplearon se emplearon diversas técnicas estadísticas con el objetivo de comprender y describir la información recopilada. Inicialmente, se realizaron gráficas con las medias y las varianzas para medir la dispersión o variabilidad de los datos. para visualizar de manera clara la tendencia central de los datos y comprender cuánto varían los datos alrededor de la media. Estas gráficas ofrecen una representación visual de la distribución de las variables medidas e identificar patrones y posibles anomalías en el conjunto de datos.

Adicionalmente, se calculó el valor de p para determinar la significancia estadística de los resultados. Este cálculo es esencial para verificar si las diferencias observadas en los datos son significativas o si podrían deberse simplemente al azar.

En cuanto a las tendencias de los tiros, se realizó una comparativa para analizar cómo estos datos se comportan en relación a diferentes variables o condiciones. La estadística descriptiva fue esencial en este proceso, ya que permitió resumir y sintetizar la información, facilitando su interpretación.

Por último, para obtener una visión completa de la percepción de los participantes sobre el sistema evaluado se ha diseñado una encuesta en línea con preguntas de opción múltiple y una pregunta de respuesta abierta. Las preguntas fueron formuladas de manera clara y concisa para asegurar la validez de los datos recopilados y garantizándose el anonimato de los participantes promoviendo la sinceridad. Se ha realizado como método de evaluación la escala de Likert para una mayor facilidad en la respuesta (Maldonado Luna, 2007).



3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

El concepto de disparar sin exponerse al fuego enemigo ha sido una preocupación constante en los conflictos bélicos a lo largo de la historia. El uso de sistemas complejos conectados a las armas, como escudos y periscopios, ha permitido a los soldados disparar desde trincheras y parapetos sin ser detectados ni atacados por el enemigo. Durante la Primera Guerra Mundial, la magnitud de la guerra de trincheras impulsó la proliferación de estos artefactos, que se utilizaban para disparar sin exponerse al fuego enemigo. Ejemplos de tales dispositivos incluyen escudos con aspilleras y periscopios montados en fusiles, que permitían a los soldados disparar desde posiciones protegidas (Modrón, AGOSTO 2015).



Figura 2 Fusil periscopico de trinchera durante la Primera Guerra Mundial

Estos primeros ejemplos de sistemas de puntería sin exposición del tirador sentaron las bases para futuros avances en la tecnología militar, promoviendo el desarrollo de sistemas más sofisticados y efectivos en conflictos posteriores.

Es importante tener en cuenta que la continua evolución de la sociedad ha modificado las necesidades de los combatientes debido a un cambio del entorno de combate más desafiante. El combate en áreas pobladas presenta desafíos en términos de movimiento, ocultación y protección para las tropas y el equipo. También se trata de un combate muy próximo en el cual un error puede suponer la baja del soldado. Una de las ocasiones donde el problema puede verse reflejado es al entrar una edificación donde existe la posibilidad de encontrarse con un enemigo por sorpresa. Es por eso que el combatiente debería exponerse lo mínimo indispensable para poder observar lo máximo y tener la capacidad de efectuar fuego estando a cubierto (Cañete, 2019).

La adaptación moderna de esta idea se ve reflejada en el sistema F.E.L.I.N (Infantería con Equipos Integrados y Conectados) que fue diseñado a encargo del ejército francés, para mejorar las habilidades de combate de los soldados en el campo de batalla. Este sistema avanzado combina una cámara en un rifle FAMAS y proyecta las imágenes en un monocular plegable unido al casco (Technology, 2006).



Figura 3 Soldado del ejército francés con sistema FELIN

Además, tecnologías más recientes como el sistema Corner Shoot han permitido a las fuerzas especiales y a los equipos SWAT disparar desde esquinas y posiciones protegidas sin exponerse a situaciones peligrosas. Corner Shoot es un sistema de armas revolucionario diseñado para operaciones urbanas y de combate cuerpo a cuerpo, que permite a los tiradores disparar en las esquinas sin enfrentar amenazas. Con un diseño giratorio, el arma plegable permite que el cañón y la cámara transmitan imágenes en tiempo real a una pantalla que puede girar hasta 75 grados. La herramienta, que se adapta a diferentes tipos de armas y viene con funciones como zoom telescópico y visión nocturna, enfrenta desafíos como su peso y masa. A pesar de sus limitaciones, cambió las tácticas del combate en población, aportó mayor seguridad a las operaciones y alcanzó relevancia en la estrategia militar moderna (Shoot, 2000).



Figura 4 Corner Shoot



4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 DEFINICIÓN DEL SISTEMA

El SPSET surge como una innovación dentro del ámbito militar, con el objetivo principal de aumentar la seguridad del combatiente en el campo de batalla. Esta tecnología permite al tirador apuntar y disparar sin necesidad de exponerse directamente a posibles amenazas.

A finales del año 2021, durante las "Jornadas para Jefes de Batallón de Infantería" llevadas a cabo en Toledo, se presentaron varios estudios de nuevos sistemas y materiales. Uno de los puntos destacados fue la creación de un sistema de puntería sin exposición del tirador. A raíz de este evento, se estableció un grupo de trabajo dedicado al estudio y desarrollo de dicho sistema (GONZALEZ, 2021).

El BIMT "Cataluña" I/63, con un equipo de carácter voluntario, ha estado trabajando en una propuesta para este sistema, enmarcando este en el proyecto "Ejército 2035". La solución propuesta se basa en una combinación de sistemas comerciales y reglamentarios, con el objetivo de crear un dispositivo seguro, ligero y económicamente viable.

El proyecto "Ejército 2035" representa la estrategia y visión del Ejército de Tierra frente a las amenazas y desafíos futuros. Ante la dinámica cambiante de los riesgos globales, "Ejército 2035" persigue una adaptabilidad constante para contrarrestarlos. Bajo este prisma, las unidades terrestres toman un papel preponderante. Estas unidades están diseñadas para actuar proactivamente, abarcando todas las facetas del campo de combate, desde las más convencionales hasta las cognitivas y digitales. El objetivo es prepararse para un escenario donde la información y las tecnologías emergentes incrementarán la complejidad del entorno operativo (Defensa, 2021).



Figura 5 Ejército de Tierra. (2019). Briex 35. Disponible en:
https://ejercito.defensa.gob.es/estructura/briex_2035/principal.html
[Consultado el 21 de octubre de 2023]



El SPSET está basado en unos componentes acoplables al fusil reglamentario HK- G 36 E del Ejército de Tierra, sistema que integra diversas tecnologías para maximizar la precisión y adaptabilidad del tirador:

- El visor holográfico EOTech 552.A65 se presenta como una herramienta indispensable en el ámbito de la puntería instintiva, especialmente diseñado para situaciones de combate de corto alcance donde se requiere una acción rápida y precisa. Su diseño está optimizado para un encuadre veloz, permitiendo al usuario mantener un punto de mira certero en condiciones adversas. Una de las características destacadas de este visor es su compatibilidad con dispositivos de visión nocturna de diversas generaciones. Durante el uso en modo nocturno, garantiza una visualización clara del retículo, evitando cualquier distorsión cromática. Además, cuenta con una función de apagado automático tras 8 horas de inactividad y permite al usuario alternar entre los modos normal y nocturno con facilidad.



*Figura 6 Visor
holográfico EOTech
552.A65*

- Cámara de acción personal GoPro Hero 8. Esta cámara, equipada con capacidades de conexión Bluetooth y Wifi, es esencial para registrar y transmitir en tiempo real lo que el tirador visualiza. Tal capacidad no solo es beneficiosa durante situaciones tácticas en tiempo real, sino que también es valiosa para análisis y revisiones posteriores de las operaciones. Adicionalmente, basándonos en el manual de la GoPro Hero 8, la cámara es compatible con tarjetas microSD de hasta 256 GB, permitiendo un almacenamiento extenso de datos. Para mantener un rendimiento óptimo, la GoPro Hero 8 utiliza una batería recargable específica, aunque es versátil al permitir el uso de baterías de modelos anteriores (GoPro, 2019).



Figura 7 GoPro Hero 8



- El sistema de puntería integra una avanzada conectividad con dispositivos móviles, permitiendo una interacción inalámbrica entre el sistema y dispositivos como tabletas o teléfonos inteligentes. El dispositivo móvil utilizado por nosotros en el experimento es el Blackview BV7100. Este teléfono, diseñado para resistir entornos todoterreno, se destaca por su potente batería de 13000mAh, que ofrece hasta 80 horas de conversación y puede cargarse completamente en tan solo 200 minutos gracias a su carga rápida de 33W. La conectividad con este dispositivo proporciona al tirador la capacidad de visualizar en tiempo real la información y las imágenes capturadas por la cámara de acción combinado con robustez, durabilidad energética y conectividad avanzada del Blackview BV7100.



Figura 8 Móvil Blackview BV7100

- Montaje sobre regleta rail Picatinny HK-G 36 E: Este rail, específicamente diseñado para el fusil HK G-36, está fabricado en aluminio resistente, proporcionando una plataforma de montaje robusta y segura. Su diseño permite que se adapte perfectamente al fusil sin necesidad de realizar ninguna modificación o transformación en el arma. Una de las principales ventajas de este. Gracias al montaje de este, el sistema garantiza una integración sin fisuras de diferentes componentes, como la cámara de acción GoPro. Esta adaptabilidad no solo facilita la configuración y personalización del sistema según las necesidades del tirador, sino que también asegura una operación estable y confiable en el campo.



*Figura 9 Rail Picatinny HK-G
36 E*

- El soporte de navegación GTW Gear, fabricado en el resistente material Kydex. Diseñado para acoplarse a sistemas MOLLE, típicos en equipos tácticos, este soporte destaca por su accesibilidad gracias a su diseño abatible, para quienes necesitan mantener su móvil visible y seguro durante actividades manuales intensas. Incorpora cierres elásticos y áreas de velcro para una sujeción y adaptabilidad superiores, convirtiéndolo en una herramienta esencial para ambientes desafiantes y de aventura (táctica, 2023).



Figura 10 Soporte móvil abatible KYDEX GTW GEAR



1. Soporte móvil abatible KYDEX GTW GEAR
2. Móvil Blackview BV7100
3. GoPro Hero 8
4. Rail Picatinny HK-G 36 E
5. Visor holográfico EOTech 552.A65

Figura 11 Partes del SPSET

El costo de este sistema es altamente variable debido a la amplia gama de opciones disponibles para cada componente. La elección de la cámara GoPro, el visor EOTech, el dispositivo móvil y otros accesorios puede influir significativamente en el precio final. Además, la versatilidad de este sistema permite adaptarlo a las necesidades específicas del usuario, lo que puede afectar aún más los costos.

La cámara GoPro ofrece diversas capacidades de conectividad y almacenamiento, lo que se traduce en diferentes opciones de precios. Por otro lado, el visor EOTech presenta variaciones



en precio y especificaciones según el modelo y las características deseadas. El uso de un dispositivo móvil resistente como el Blackview BV7100 agrega un elemento de costo adicional, pero proporciona ventajas en términos de conectividad y durabilidad.

En definitiva, es esencial considerar estas variaciones al planificar y presupuestar la implementación de este sistema para asegurar que se adapte a las necesidades específicas y al presupuesto disponible. En la Tabla 1 se puede ver un ejemplo de presupuesto de este sistema.

Tabla 1 Precio SPSET

Componente SPSET	Precio (€)
Visor holográfico EOTech 552.A65	943,95 €
GoPro HERO8 Black	263,62 €
Rail picatinny HK G-36 01	70,00 €
Soporte móvil abatible KYDEX GTW GEAR	57,25 €
Precio total	1334,82 €

4.2 DISEÑO DE LOS EJERCICIOS DE TIRO

Para evaluar la efectividad del SPSET, se simuló una variedad de situaciones de combate en entornos urbanos. Se diseñaron diferentes ejercicios de tiro que simulaban escenarios realistas que reflejaron las condiciones típicas de combate. A partir de la información sobre las posibles situaciones a las que los combatientes se expondrían en el ambiente urbano, se eligieron las diferentes posturas de tiro, distancias al blanco y posturas de tiro para iniciar el ejercicio de tiro y analizar el desempeño del sistema en condiciones lo más similares posible a la realidad del combate.

La primera etapa del trabajo involucró el diseño experimental de los ejercicios de tiro. Inicialmente se analizaron los entornos urbanos para decidir en qué situaciones el sistema podría ser útil o representar una desventaja. Al analizarlos, surgieron algunas cuestiones importantes. La primera de ellas fue la distancia en estos combates. A diferencia del combate convencional, el combate en áreas urbanas suele ser un combate de rápida reacción y a corto alcance, con distancias no muy amplias. Se decidió realizar ejercicios con una distancia máxima al objetivo de 75 metros. Esto se reflejó en la utilidad del sistema al entrar en una edificación o el visualizar una calle en un cruce de esquinas, permitiendo asomar el fusil sin exponer al tirador al fuego enemigo si había alguien en la habitación (DOCTRINA, 2004).

Otro factor a tener en cuenta fue la posición de tiro. Se decidió evaluar las posiciones en tendido y en pie, ya que son las más probables de utilizarse en combate urbano. Dado que el combate en áreas urbanas es dinámico y premia el avance constante, no se pasa mucho tiempo de pie. Se eligió la posición en tendido para los ejercicios de mayor distancia, ya que ofrece una mayor estabilidad en el tiro y suele resultar más efectiva en tales situaciones (Tierra, 1 de febrero de 2007).

La atención del tirador también fue un aspecto importante a considerar, ya que en muchas ocasiones no puede apartar la vista de su sector de tiro para no ser sorprendido por una amenaza. Para evaluar esto, se diseñaron ejercicios en los que se quitaba la vista de la mira del fusil o se apartaba la vista de la pantalla del sistema, con el fin de medir el tiempo que tardaba el combatiente en reaccionar. Esto permitió evaluar la capacidad de reacción apuntando de los dos grupos.



Además, se tuvo en cuenta que, en una unidad convencional, todos portan el mismo tipo de armamento. Es decir, el fusilero con el sistema de armas lleva el fusil con el sistema en todo momento, sin tener dos fusiles diferentes o la posibilidad de montar el sistema antes de entrar en combate por la posibilidad de un combate de encuentro. Se quiso comprobar el efecto en el sistema después de realizar diferentes movimientos, como carreras o saltos, y si era capaz de realizar disparos después de estas acciones. (Cañete, 2019)

También se deseaba comprobar el impacto del cabeceo del arma al realizar un disparo y cómo afectaba al siguiente disparo con el sistema. Se llevaron a cabo cuatro ejercicios en los que se efectuaron múltiples disparos después de la señal, La razón de esta elección es que, frente a un objetivo, no se realizaría un solo disparo para abatirlo.

A partir de los factores mencionados anteriormente, se decidieron llevar a cabo siete ejercicios de tiro para poner a prueba el sistema y abordar escenarios del ambiente urbano. Sin embargo, finalmente, se realizaron seis ejercicios después de comprobar en el campo de tiro que la distancia máxima para disparar con el sistema era de 50 metros, debido a la dificultad de observar la silueta en la que se iban a realizar los disparos a mayor distancia que esta. A continuación, se describen los diferentes ejercicios mediante tablas y en la Figura 12 se puede observar un ejemplo de los ejercicios que se realizaron (INSTRUCCIÓN, 2021).

Tabla 2 Ejercicio de tiro nº1

Ejercicio	Posición	Distancia (m)	Disparos	Tipo de blanco
1	Tendido	25	6	silueta tipo 2
Uniformidad		Casco de combate, chaleco antifragmentos, tapones de tiro y gafas de tiro		
Condiciones de ejecución		Posición de tendido, tiro a tiro cada señal de fuego y sin desencarar		
Desarrollo del ejercicio		Partiendo de la posición de tendido, el tirador realizará un disparo cada vez que se dé la señal de fuego. El tirador del Grupo Problema hará el disparo apuntando al objetivo mediante el dispositivo móvil. No se debe desencarar tras cada disparo durante el ejercicio.		

Tabla 3 Ejercicio de tiro nº2

Ejercicio	Posición	Distancia (m)	Disparos	Tipo de blanco
2	Tendido	50	6	silueta tipo 2
Uniformidad		Casco de combate, chaleco antifragmentos, tapones de tiro y gafas de tiro		
Condiciones de ejecución		Posición de tendido, tiro a tiro cada señal de fuego y sin desencarar		
Desarrollo del ejercicio		Partiendo de la posición de tendido, el tirador realizará un disparo cada vez que se dé la señal de fuego. El tirador del Grupo Problema hará el disparo apuntando al objetivo mediante el dispositivo móvil. No se debe desencarar tras cada disparo durante el ejercicio.		



Figura 12 Ejercicio de Tiro nº3 Posición "Classic Low Ready"

Tabla 4 Ejercicio de tiro nº3

Ejercicio	Posición	Distancia (m)	Disparos	Tipo de blanco
3	En pie	5	6	silueta tipo 2
Uniformidad		Casco de combate, chaleco antifragmentos, tapones de tiro y gafas de tiro		
Condiciones de ejecución		Posición "Classic Low Ready", en pie Cada señal de fuego realizar 2 disparos y volver a la posición inicial		
Desarrollo del ejercicio		Partiendo de la posición "Classic Low Ready", el tirador adoptara posición de tiro y realizará dos disparos cada vez que se dé la señal de fuego. El tirador del "Grupo Problema" hará el disparo apuntando al objetivo mediante el dispositivo móvil.		

Tabla 5 Ejercicio de tiro nº4

Ejercicio	Posición	Distancia (m)	Disparos	Tipo de blanco
4	En pie	10	6	silueta tipo 2
Uniformidad		Casco de combate, chaleco antifragmentos, tapones de tiro y gafas de tiro		
Condiciones de ejecución		Posición "Classic Low Ready", en pie Cada señal de fuego realizar 2 disparos y volver a la posición inicial		
Desarrollo del ejercicio		Partiendo de la posición "Classic Low Ready", el tirador adoptara posición de tiro y realizará dos disparos cada vez que se dé la señal de fuego. El tirador del "Grupo Problema" hará el disparo apuntando al objetivo mediante el dispositivo móvil.		



Tabla 6 Ejercicio de tiro nº5

Ejercicio	Posición	Distancia (m)	Disparos	Tipo de blanco
5	En pie	20	6	silueta tipo 2
Uniformidad		Casco de combate, chaleco antifragmentos, tapones de tiro y gafas de tiro		
Condiciones de ejecución		Posición "Classic Low Ready", en pie Cada señal de fuego realizar 2 disparos y volver a la posición inicial		
Desarrollo del ejercicio		Partiendo de la posición "Classic Low Ready", el tirador adoptara posición de tiro y realizará dos disparos cada vez que se dé la señal de fuego. El tirador del "Grupo Problema" hará el disparo apuntando al objetivo mediante el dispositivo móvil.		

Tabla 7 Ejercicio de tiro nº6

Ejercicio	Posición	Distancia (m)	Disparos	Tipo de blanco
6	En pie	5	5	silueta tipo 2
Uniformidad		Casco de combate, chaleco antifragmentos, tapones de tiro y gafas de tiro		
Condiciones de ejecución		Iniciará el ejercicio a 75 metros y realizara una carrera hasta los 5 metros del objetivo para realizar una angulación simulando la entrada a una puerta y realizar los 5 disparos. Cada señal de fuego realizar 2 disparos y volver a la posición inicial.		
Desarrollo del ejercicio		Partiendo de la posición en pie a 75 metros, el tirador realizará un avance por saltos hasta la posición de 5 metros con un muro de neumaticos simulando la puerta de una edificación. Al llegar allí realizará una angulación de la puerta y realizará los 5 disparos en el menor tiempo posible. El tirador del "Grupo Problema" hará el disparo apuntando al objetivo mediante el dispositivo móvil.		

4.3 ELECCIÓN VARIABLES DE MEDICIÓN

Se han considerado tres variables fundamentales para evaluar la eficacia del sistema de tiro sin exposición del tirador. Estas variables fueron seleccionadas cuidadosamente para obtener una comprensión integral del rendimiento de este. Las variables utilizadas son las siguientes:

- **Número de Impactos:** Esta variable se refiere al recuento total de impactos exitosos realizados por los participantes durante los ejercicios de tiro. Se registró el número de impactos efectivos en el objetivo en cada uno de los grupos estudiados, calculando el porcentaje de los disparos dentro del blanco entre el número de disparos realizados en cada ejercicio.
- **Tiempo de Realización del Disparo:** El tiempo empleado para completar cada disparo fue meticulosamente registrado y analizado. Esta variable proporcionó información esencial sobre la eficiencia y la rapidez con la que los participantes pudieron realizar los disparos. En los primeros 5 ejercicios, se tomó el tiempo desde la señal de fuego hasta acabar la serie de disparos, a diferencia del último ejercicio que se evaluó el tiempo desde la llegada al inicio de la angulación hasta la finalización de todos los disparos a realizar en el ejercicio.
- **Agrupación de Disparos:** La variable de agrupación de disparos fue evaluada mediante el análisis de la distribución de los impactos en el objetivo. Se utilizaron circunferencias de diferentes radios (2 cm, 5 cm y 8 cm) para delinear las agrupaciones de impactos, lo que permitió determinar la precisión y la consistencia del sistema en términos de la cercanía de los disparos al punto de objetivo designado. Este dato constó del número de impactos



agrupados, cumpliendo con un mínimo de 3 impactos, y la clase de agrupación. Para 2 cm fue A, para 5 cm fue B y para 8 cm fue C.

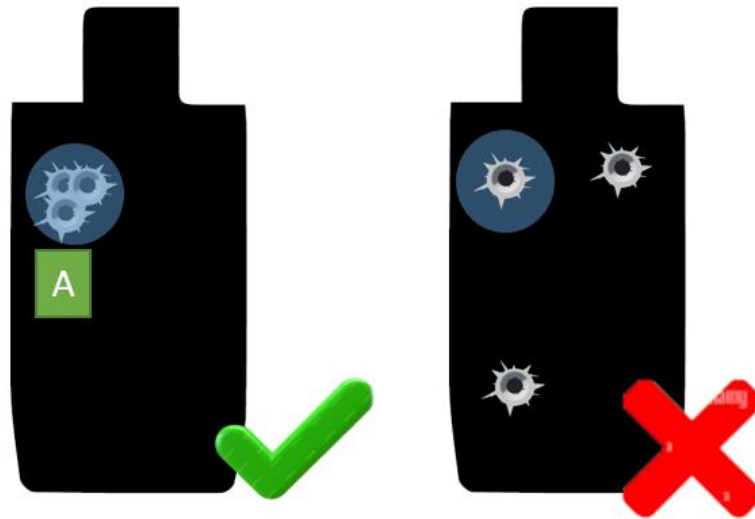


Figura 13 Comparación entre una agrupación correcta y incorrecta

El recuento del número de impactos efectivos refleja directamente la capacidad del sistema para lograr resultados exitosos en el objetivo. Al registrar y comparar el número de impactos entre los distintos grupos, se pudo evaluar la efectividad global del sistema en términos de efectividad.

El análisis del tiempo de realización del disparo permitió comprender la eficiencia con la que los participantes pudieron emplear el sistema de tiro sin exposición del tirador. Esta variable se consideró crucial para evaluar la capacidad del sistema en términos de rapidez y agilidad en el proceso de disparo, lo que resulta vital en entornos de combate donde la velocidad de reacción es esencial.

La variable de agrupación de disparos, evaluada mediante la distribución de impactos en el objetivo utilizando distintos radios de circunferencias, proporcionando una comprensión detallada de la precisión y el control en el disparo del sistema. Esto permitió analizar la capacidad del sistema para mantener una alta precisión en una variedad de condiciones de combate.

Cada una de estas variables fue cuidadosamente seleccionada para capturar aspectos específicos y cruciales del funcionamiento del sistema en condiciones realistas y exigentes.

4.4 PREPARACIÓN Y RECLUTAMIENTO DE PARTICIPANTES

Se realizó una selección aleatoria de un grupo de participantes de una Compañía de fusiles. La elección aleatoria se adoptó para evitar cualquier influencia en el experimento que pudiera surgir al asignar a individuos con diferente experiencia militar o entrenamiento especializado en tiro, como en el caso de un tirador selecto. Esta medida se implementó para garantizar la imparcialidad en la evaluación de los resultados del experimento.

El grupo seleccionado se dividió en dos subgrupos: el Grupo Control y el Grupo Problema. El Grupo Control utilizó el fusil sin el sistema de puntería, mientras que el Grupo Problema utilizó el fusil equipado con el sistema de puntería. Ambos grupos participaron en los mismos ejercicios de tiro, lo que permitió una comparación directa y precisa de los resultados obtenidos en el estudio.



Se logró obtener una muestra de 5 participantes en cada grupo. La determinación de este número se vio influenciada principalmente por la disponibilidad limitada de los campos de tiro necesarios para llevar a cabo los ejercicios. Dicha limitación fue motivada por la ausencia de un campo de maniobras propio en el batallón, debido a la ubicación específica del cuartel.

4.5 EJECUCIÓN DE LOS EJERCICIOS DE TIRO

Los ejercicios de tiro se llevaron a cabo en el campo de tiro del campo de maniobras de San Clemente de Sasebas, situado en la provincia de Gerona, donde se localiza el Regimiento de Infantería "Arapiles" 62. La ejecución de los ejercicios se llevó a cabo en líneas de tiro con capacidad para dos personas, es decir, un miembro de cada grupo participante en el estudio realizó los ejercicios bajo la supervisión de un mismo mando. Los ejercicios se llevaron a cabo de manera consecutiva y, al finalizar cada ejercicio, se registraron los datos correspondientes a los impactos y las agrupaciones obtenidas. Durante la ejecución de los ejercicios, un responsable fue designado para medir el tiempo requerido para completar la serie de disparos utilizando un cronómetro (TIERRA, s.f.).

Para la realización de los ejercicios, se utilizó una silueta humana con contornos rectilíneos y simétricos que representaba a un hombre de pie. Estas siluetas se presentaron en color negro sobre un fondo de papel blanco, y se consideró un impacto válido aquel que cortara la zona negra de la silueta (ver anexo F).



Figura 14 Silueta tipo 2



Figura 15 Ejercicio nº1 en campo de tiro de San Clemente de Sasebas

4.6 RECOPIACIÓN DE DATOS Y ENCUESTAS

Para recopilar datos precisos y obtener opiniones detalladas de los participantes, se diseñó una encuesta en línea que se presentó al concluir los ejercicios de tiro. Esta encuesta se compuso de preguntas claras y concisas, diseñadas estratégicamente para facilitar la respuesta de los participantes y minimizar posibles malentendidos o ambigüedades, garantizando así la validez de los datos obtenidos. Para fomentar la sinceridad en las respuestas y asegurar la comodidad de los participantes, la encuesta se administró de forma anónima. El cuestionario incluyó ocho preguntas de opción múltiple, seguidas de una pregunta de respuesta abierta que solicitaba a los participantes identificar aspectos positivos y negativos del sistema de tiro utilizado. (Ver en Anexo D)

En cuanto a la metodología de medición, se optó por la escala de Likert debido a su eficacia en la evaluación de percepciones subjetivas. Esta escala se distingue por ser intuitiva y fácil de usar, lo que potencialmente aumenta la tasa de respuesta y minimiza la confusión, resultando en una recopilación de datos más fiable (Maldonado Luna, 2007).

4.7 ANÁLISIS DE DATOS

Los datos obtenidos en los ejercicios de tiro fueron analizados mediante el software estadístico GraphPad Prism. La elección de este software se fundamentó en su habilidad para efectuar un análisis sistemático y meticuloso de los datos recolectados. Se llevó a cabo un análisis comparativo entre los resultados obtenidos en los ejercicios de tiro de los grupos Control y Problema. Para ello, se aplicaron pruebas estadísticas pertinentes con el objetivo de discernir si las diferencias observadas eran significativas o simplemente fruto del azar.

Una de las fortalezas distintivas de GraphPad Prism fue su capacidad para crear gráficos claros y comprensibles. Por tanto, se empleó este programa para visualizar los resultados, facilitando así su interpretación y comparación. (Prism, 2023)

A partir del análisis y la visualización de los datos, se elaboraron informes detallados. Dichos informes integraron todos los descubrimientos, ofreciendo una síntesis de las divergencias y semejanzas entre ambos grupos. Se subrayaron, además, los aspectos más relevantes que evidenciaron la eficacia del sistema de puntería. Se pueden observar estos datos tanto en la



Tabla 8 como en los anexos A, B y C.

Tabla 8 Tabla Efectividad Grupo Problema

Grupo Problema		Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 3	Ejercicio 4	Ejercicio 5	Ejercicio 6
		25	50	5	10	20	5
Impactos	A	5	0	6	6	3	5
	B	4	2	4	1	2	5
	C	5	5	6	6	4	4
	D	5	1	1	1	1	1
	E	3	1	6	3	2	3
Disparos totales		5		6			5
% de éxito	A	100	0	100,0	100,0	50,0	100
	B	80	40	66,7	16,7	33,3	100
	C	100	100	100,0	100,0	66,7	80
	D	100	20	16,7	16,7	16,7	20
	E	60	20	100,0	50,0	33,3	60

4.8 RESULTADOS OBTENIDOS

En la siguiente sección, vamos a llevar cabo un estudio estadístico basado en los resultados de los ejercicios de tiro realizados. Cabe destacar que todas las figuras y tablas presentadas en esta y la próxima sección han sido creadas con Graphpad Prism.

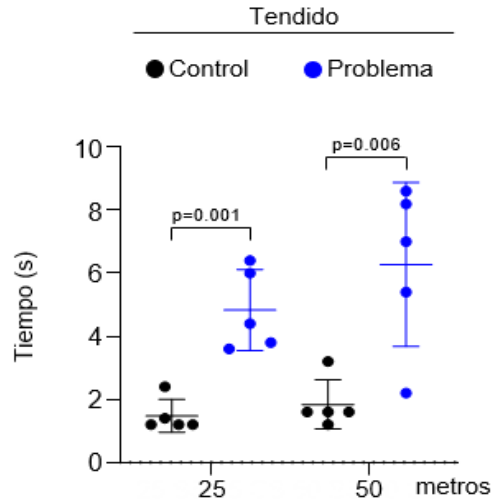


Figura 16 Gráfica tiempo Ejercicio 1

La Figura 16 podemos observar el tiempo promedio que toma a cada tirador ejecutar un disparo en posición de tendido, manteniendo la vista en los medios de puntería, tanto a distancias de 25 metros como de 50 metros. Al analizar los puntos representativos de la media, se puede identificar que el grupo control destaca por su rapidez en la ejecución de los disparos en comparación con el otro grupo. Además, es notable que la dispersión de los tiempos, o varianza, es menor en el grupo control, lo que indica una mayor consistencia en su desempeño. Importante mencionar que, desde una perspectiva estadística, estos hallazgos son significativos dado que se obtuvo un valor de p inferior a 0.05. Esto refuerza la idea de que las diferencias observadas



entre los grupos no son simples coincidencias, sino que reflejan una diferencia real en la ejecución del ejercicio. (Giovanni Di Leo, 2020)

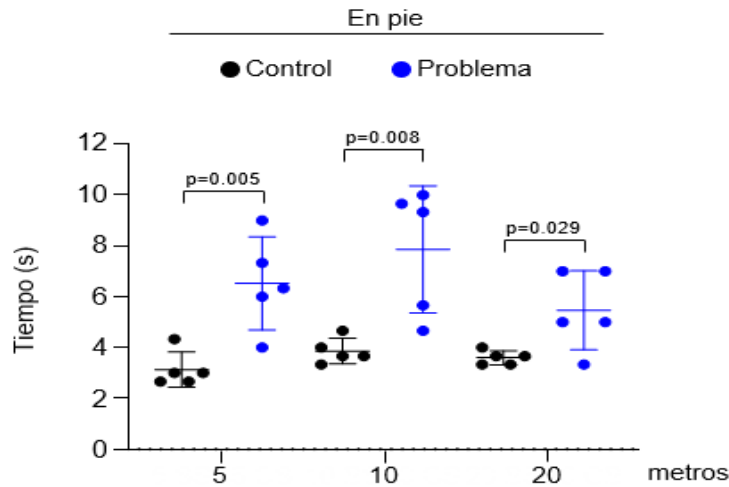


Figura 17 Gráfica tiempo en ejercicios 3, 4 y 5

En el análisis de los tres ejercicios de tiro realizados en posición de pie, se evidencian tendencias similares a las observadas en los ejercicios de posición de tendido. El Grupo Problema, se destaca una notable dispersión en los tiempos de disparo, lo cual contrasta significativamente con el Grupo Control. En este último, se observa una mayor uniformidad y precisión en los tiempos de disparo, independientemente de las distancias establecidas.

Es relevante destacar que en el Grupo Problema se percibe una mejora en los tiempos de disparo cuando se encuentra a 20 metros de distancia, aunque sigue siendo menos eficiente en comparación con el Grupo Control. Además, es fundamental considerar que estos ejercicios requerían que los participantes efectuaran dos disparos consecutivos tras recibir una señal.

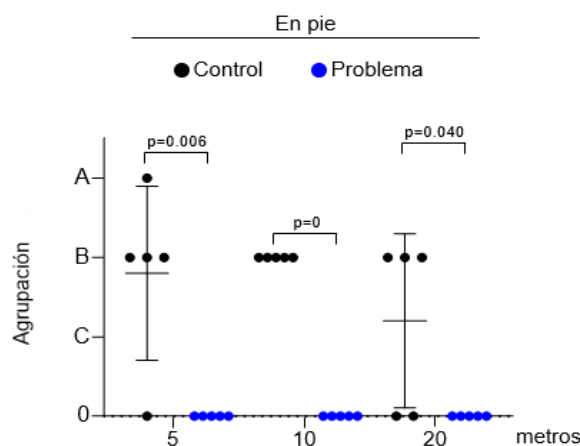


Figura 18 Gráfica Agrupación Ejercicios 3,4 y 5

La gráfica proporcionada refleja que, además de una menor rapidez del Grupo Problema también se evidencia una falta de precisión. Se manifiesta, en la gráfica reflejada en la figura 18, prácticamente inexistente de sus disparos, resaltando deficiencias en su desempeño.

En la gráfica presentado en la figura 19, es evidente la diferencia en la efectividad entre los dos grupos bajo estudio: el grupo control y el grupo problema. La efectividad se define aquí como la proporción de disparos que impactan exitosamente el blanco con respecto al total de disparos



realizados. Según la figura 4, tanto en las posiciones de tiro tendido como en pie, el grupo control supera al Grupo Problema en términos de precisión.

En la posición de tiro tendido, se observa una disminución significativa en la efectividad del grupo problema. Esta tendencia se repite en los ejercicios de tiro en posición de pie, donde la efectividad del Grupo Problema disminuye considerablemente.

El ejercicio número 6, que implica una carrera seguida de cinco disparos en el menor tiempo posible, destaca particularmente. Esta prueba es crucial porque simula la angulación requerida al entrar en una habitación, poniendo a prueba el máximo potencial del sistema de tiro sin exposición al tirador. A pesar de su importancia, el grupo problema mostró una notable reducción en la efectividad. En contraste, el Grupo Control no solo completó el ejercicio en un tiempo promedio menor, sino que también logró una efectividad del 100%.

Finalmente, es crucial señalar que, de los seis ejercicios analizados, cuatro mostraron hallazgos estadísticamente significativos, con un valor de p inferior a 0.05. (Giovanni Di Leo, 2020)

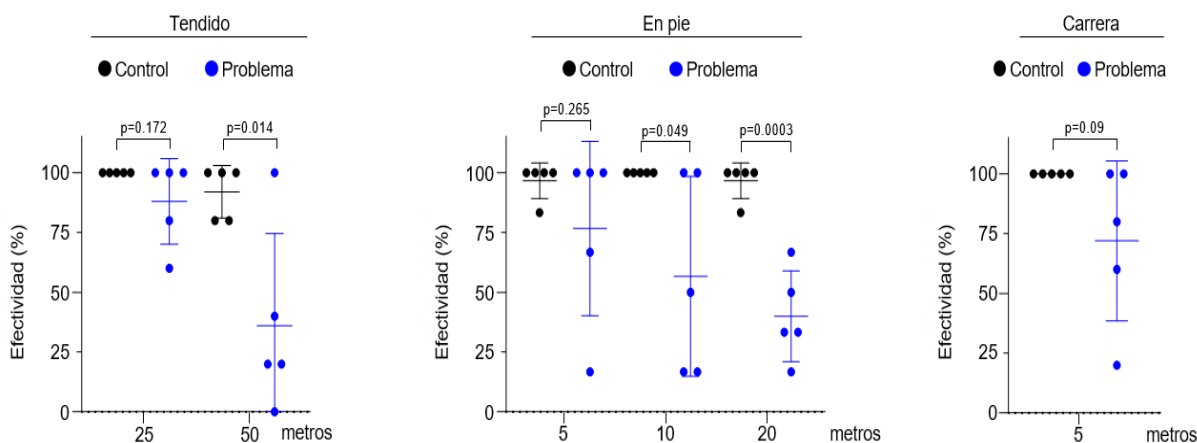


Figura 19 Gráfica efectividad ejercicios de tiro

4.9 ENCUESTAS

El propósito de este análisis es comprender mejor las observaciones y opiniones de los soldados de las compañías de fusileros con respecto al SPSET utilizado por estos. Para obtener opiniones más representativas se decidió realizar la investigación a través de la plataforma digital Google Docs. Este enfoque en línea no sólo garantiza una rápida recopilación de datos, sino que también permite a soldados contestar fácilmente la encuesta.

Los resultados generales de la encuesta reflejan opiniones encontradas. Por un lado, se reconoce la capacidad del sistema para reducir significativamente la exposición al enemigo, especialmente en entornos de combate urbanos donde la protección de los soldados es esencial. Esta ventaja es innegable, especialmente en situaciones de combate donde una ventaja táctica puede marcar la diferencia entre la vida y la muerte.

Sin embargo, se han identificado varios problemas y cuestiones en el sistema. La precisión del sistema es un problema constante. Aunque su objetivo principal es reducir el impacto sobre el tirador, es importante que el sistema no limite la capacidad del soldado para apuntar y disparar



con precisión. Además, algunos miembros del servicio notaron que distraerse con la cámara puede ser problemático, especialmente en situaciones estresantes. Esto enfatiza la necesidad de una interfaz más intuitiva y fácil de usar. Al observar los resultados, queda claro que, aunque el sistema de puntería sin exposición es una propuesta innovadora, todavía hay áreas que requieren atención y mejora. Es sumamente importante tener en cuenta las opiniones y experiencias de quienes lo utilizan. Escuchar estas voces y ajustar el sistema en consecuencia no sólo mejorará la eficacia del sistema, sino que también garantizará que los soldados tengan confianza en el equipo que utilizan. (ver Anexo E)



5 CONCLUSIONES

Tras analizar detalladamente los resultados estadísticos presentados en este trabajo, se ha llegado a diversas conclusiones significativas respecto al SPSET. En primer lugar, se evidencia que este sistema resulta especialmente eficaz en situaciones con el objetivo a una distancia menor de 50. Sin embargo, para maximizar su precisión y eficiencia, sería más recomendable utilizarlo en distancias que no excedan los 25 metros. A medida que se incrementa la distancia más allá de este punto óptimo, se observa un declive notable en la precisión del sistema. Esta disminución en la precisión conlleva a una reducción en la efectividad del sistema, entendiendo la efectividad como la relación entre el número de impactos exitosos y el número total de disparos efectuados.

Adicionalmente, es relevante señalar el contexto particular del combate en zonas urbanizadas. En estas circunstancias, las características del combate suelen diferir de las de un combate convencional en espacios abiertos. El combate urbano se caracteriza, en general, por enfrentamientos a corta distancia, donde las separaciones entre combatientes rara vez son extensas. En este escenario, el SPSET se muestra como una herramienta valiosa, dadas las distancias cortas habituales en estos enfrentamientos, alineándose con los parámetros óptimos de distancia identificados previamente. Su implementación podría resultar de útil en misiones y operaciones en entornos urbanos (Cañete, 2019).

A partir de la observación y análisis de los dos primeros ejercicios, es esencial destacar ciertos aspectos del SPSET. En primer lugar, es importante subrayar que los disparos se efectuaron en posición tendida sin desencarar. Esta posición es ampliamente reconocida por ser una de las más precisas, y es preferida por muchos tiradores debido a las ventajas que ofrece. En particular, disparar en posición tendida proporciona una mayor estabilidad al tirador, ya que permite contar con múltiples puntos de apoyo, lo que facilita la alineación del arma y reduce las posibilidades de error al momento de disparar. La comodidad y estabilidad que otorga esta posición suele traducirse en una mayor precisión en los disparos. Sin embargo, es notable que, a pesar de emplear la posición que generalmente resulta en la mayor precisión, se observó una disminución en la efectividad. Este hecho es particularmente relevante, ya que evidencia que, aunque se utilice la posición óptima para disparar, otros factores relacionados con el SPSET pueden influir en la precisión final (Tierra, 1 de febrero de 2007).

Se quiere enfatizar que, aunque la posición tendida ofrece condiciones óptimas para el tirador, la disminución percibida en la precisión durante los ejercicios sirve como un indicador esencial. Esto sugiere que el sistema de puntería podría no ser exacto. Es importante señalar que esta que este sistema no ha sido en situaciones de estrés, donde podría haber sido aún más afectada y sería un escenario más semejante al combate.

Finalizando el análisis sobre la efectividad del SPSET, es esencial destacar el papel del ejercicio número 6. Esta tarea consistió en una carrera hacia un punto que emulaba la entrada a una edificación, seguida de una maniobra de angulación y culminando con cinco disparos dirigidos a una silueta situada a 5 metros de distancia.

Este ejercicio reveló diferencias significativas en la efectividad entre los grupos. Mientras que el grupo control demostró una impresionante efectividad del 100% en sus disparos, el grupo problema obtuvo una media del 72%, evidenciando una notable falta de agrupación en sus tiros. Además, el tiempo promedio empleado por el grupo problema para completar el ejercicio fue de 25,8 segundos, en contraste con los 9,16 segundos del Grupo Control. Esta diferencia temporal, sumada a la menor precisión en los disparos, refleja las áreas de mejora para el grupo problema.

Uno de los principales objetivos del sistema es permitir al tirador disparar sin exponerse. Sin embargo, como se puede observar en la figura número 18, no se logra una total ocultación del



tirador, ya que este debe sostener el fusil al disparar. Esta acción se traduce en una pérdida de estabilidad, ya que, al disparar con el fusil separado del cuerpo, se carece del apoyo que brinda la cantonera del fusil para contrarrestar el retroceso. Este detalle resulta en una desviación de los principios fundamentales del tiro, afectando directamente el empuñe y, en consecuencia, la precisión del disparo (Táctico, 2010).



*Figura 20 Tirador Grupo
Problema en ejercicio 6*

Una observación crítica del SPSET radica en la capacidad de respuesta comprometida del fusilero cuando utiliza este. Dado que el sistema se basa en un móvil interconectado con una cámara, el fusilero se encuentra con su atención centrada en la pantalla del dispositivo, que se ubica en su pecho, en lugar de mantener su enfoque en el entorno que lo rodea. Esta configuración puede generar puntos ciegos en el campo de visión del soldado.

Si una amenaza emergente se presenta fuera del alcance visual de la cámara, pero en un ángulo que habría sido directamente visible para el soldado sin el uso del sistema, se produce un riesgo significativo. La amenaza podría iniciar un ataque, y el fusilero podría encontrarse en una situación vulnerable debido a la dependencia del sistema.

Además, es fundamental considerar el contexto de combate en zonas urbanizadas. Estos escenarios son inherentemente dinámicos y presentan múltiples amenazas potenciales desde diversos ángulos y posiciones. La agilidad y la capacidad de reacción rápida son esenciales para abordar y neutralizar amenazas en tales entornos. Sin embargo, la dependencia a mirar la pantalla del sistema de puntería puede inhibir esta capacidad de respuesta (DOCTRINA, 2004).

Por si fuera poco, hay que tomar en cuenta la tecnología subyacente que impulsa el sistema. La conexión Bluetooth, que transmite la visualización de la cámara al dispositivo móvil, presenta latencias. Aunque estos retrasos pueden ser mínimos, en una situación de combate, incluso fracciones de segundo pueden ser cruciales. El ligero desfase en la transmisión de datos agrava aún más la ineficiencia del sistema en escenarios de combate de alta intensidad. Además, esta conexión Bluetooth, conlleva riesgos potenciales en escenarios de combate. Dado que las unidades de guerra electrónica están capacitadas para detectar, identificar y rastrear señales Bluetooth, el sistema podría inadvertidamente revelar la posición del tirador al enemigo. Estas



"huellas" de Bluetooth, aunque diseñadas para propósitos de conectividad, podrían ser interceptadas y utilizadas como información táctica.

Finalmente, uno de los aspectos fundamentales que merece especial atención es el sistema de alimentación basado en baterías. Es esencial destacar que el sistema se compone de dos dispositivos que dependen de baterías para su funcionamiento. Esta dependencia representa una limitación significativa, ya que en contextos de combate no siempre es factible contar con el tiempo o los medios necesarios para llevar a cabo recargas. Durante la jornada de pruebas del sistema, pudimos constatar que la autonomía de la batería de la cámara GoPro se agotó tras 3 horas y media de uso continuo. A ello se suma la problemática de la complejidad en el proceso de cambio de batería en situaciones de agotamiento, lo cual puede generar contratiempos en situaciones críticas (GoPro, 2019).

Por otro lado, es imperativo resaltar una particularidad en el diseño del sistema: la posición de la cámara y la óptica de la mira EOTech se encuentra elevada con respecto a la boca del cañón. Esta disposición da lugar a lo que se conoce como "error angular", definido como el ángulo formado entre la línea de visión y la trayectoria de proyección desde la boca del fusil. Este error angular puede resultar en que los disparos resulten bajos, llegando incluso a impactar en el suelo si se apunta demasiado bajo. Esta situación no es óptima, especialmente en combates urbanos donde las distancias son cortas y la precisión es vital. Una posible solución a este desafío sería realizar una calibración precisa del fusil, adaptándolo a las distancias más comunes que se esperarían en combates urbanos, para garantizar una mayor exactitud en los disparos (Cañete, 2019).

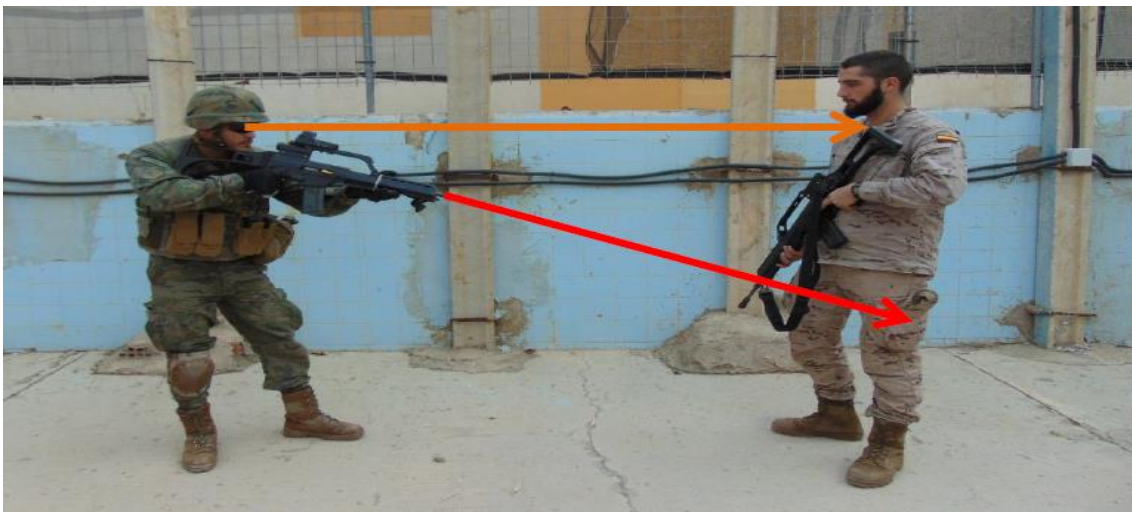


Figura 21 Cuairán Cañete, J. (2019) 'error angular', en manual de COMBATE EN ZONAS URBANIZADAS, 4ª EDICIÓN

Los usuarios en las encuestas realizadas han destacado varias características clave tras su experiencia con el sistema. En primer lugar, se ha notado una división en cuanto a la comodidad del sistema, con algunos usuarios encontrándolo cómodo y otros no tanto. En cuanto a la seguridad, también hay opiniones variadas, aunque algunos usuarios se sienten altamente seguros con el sistema, otros tienen ciertas reservas. A pesar de la implementación del sistema, muchos no sienten un cambio significativo en el peso del fusil, lo que es positivo. Sin embargo, en términos de control al apuntar y disparar, las opiniones son mixtas, lo que indica que hay margen para mejoras en esta área. Los comentarios generales revelan que, aunque muchos valoran la innovación detrás del sistema, especialmente la reducción de la exposición del tirador, todavía hay preocupaciones, especialmente en términos de familiarización y seguridad. Esta retroalimentación es esencial y proporciona una guía valiosa para futuras mejoras en el sistema.



Se puede concluir que, aunque presenta ventajas en combates urbanos dadas las distancias cortas, hay áreas significativas de mejora. A pesar de su eficacia a distancias menores de 25 metros, su precisión declina notablemente a mayores distancias. Aun empleando la posición tendida, considerada de alta precisión, se percibe una disminución en la efectividad del sistema. Esta situación sugiere que el sistema de puntería podría no ser completamente exacto y otros factores pueden influir en la precisión. Adicionalmente, el fusilero se ve comprometido en su capacidad de respuesta debido a la dependencia del móvil interconectado con una cámara, lo que puede generar puntos ciegos y retrasos debido a la latencia de la conexión Bluetooth. Esta conexión también puede revelar la posición del tirador al enemigo. Otro aspecto crítico es la dependencia de baterías, que presenta limitaciones en situaciones de combate. Además, el "error angular" debido al diseño del sistema puede afectar la precisión en combates urbanos. Las encuestas realizadas a los usuarios reflejan opiniones mixtas sobre la comodidad, seguridad, y control al usar el sistema. Aunque se valora la innovación detrás del SPSET, es evidente que necesita mejoras, en especial en familiarización y seguridad.

5.1 LIMITACIONES

En la presente investigación sobre el SPSET, nos enfrentamos a varias limitaciones significativas que deben ser consideradas para contextualizar los resultados y hallazgos. Estas restricciones también sugieren áreas para futuras investigaciones y pruebas, que podrían ampliar la comprensión y aplicación de esta tecnología en contextos militares.

- **Especificidad del Grupo de Estudio:** Nuestra investigación se centró exclusivamente en una sección de fusiles de la 2ª Compañía del Batallón "Cataluña" I/63 del Regimiento de Infantería 'Barcelona' nº 63. Este enfoque limitado supone una restricción considerable, ya que la muestra no refleja la diversidad de experiencia, habilidades y condiciones presentes en las distintas compañías de fusiles dentro del Ejército de Tierra. Por tanto, los resultados obtenidos podrían no ser del todo representativos.
- **Limitaciones en la Ejecución de Pruebas:** La realización de ejercicios de tiro estuvo confinada a un número limitado de sesiones. Esta restricción nos impidió implementar un proceso iterativo de identificación de fallos y ajustes en las técnicas de tiro, así como la exploración de una gama más amplia de escenarios de combate. La posibilidad de efectuar rondas sucesivas de ejercicios, corrigiendo en cada fase, habría contribuido a una evaluación más robusta.
- **Recursos Tecnológicos Escasos:** La investigación se vio limitada por la disponibilidad de solo una cámara GoPro. Esta limitación restringió la cantidad de sistemas de tiro que podíamos equipar simultáneamente, reduciendo la capacidad de analizar el rendimiento del sistema en un entorno más dinámico y grupal. Una infraestructura mejorada habría permitido una simulación de combate más realista y la recolección de datos más diversa.
- **Desafíos con la Energía de los Dispositivos:** No se pudo evaluar exhaustivamente la durabilidad y rendimiento de las baterías de los dispositivos móviles y cámaras en condiciones climáticas extremas, particularmente en frío, que es conocido por acelerar el agotamiento de la batería. Esta incógnita permanece como una consideración importante para las operaciones prolongadas en condiciones adversas.
- **Tamaño de Muestra Restringido:** La base de participantes para nuestras pruebas fue muy limitada, con solo cinco fusileros en cada grupo. Este pequeño tamaño de muestra cuestiona la generalidad de los resultados, ya que una muestra más amplia podría haber proporcionado datos más variados y representativos.
- **Restricciones Temporales:** La duración del estudio se limitó a un mes. Este breve lapso no nos permitió observar el impacto de las variaciones estacionales o analizar las



tendencias a largo plazo en la operatividad y efectividad del sistema de puntería. Estudios futuros podrían beneficiarse de un marco temporal extendido para abordar estas cuestiones.

- **Acceso a Información Comparativa y Costos:** Encontramos una falta de datos accesibles sobre sistemas de armas similares, como el Corner Shoot especialmente aquellos respaldados por pruebas de tiro empíricas. Además, el desconocimiento de los costes de estos sistemas. La exploración de estas tecnologías alternativas podría ser esencial para comprender el posicionamiento competitivo y las ventajas del sistema investigado.

Al reconocer estas limitaciones, nuestro estudio subraya la necesidad de investigaciones adicionales y más amplias en este campo, utilizando una muestra más representativa, mejor acceso tecnológico y metodologías de prueba más extensas para validar y expandir nuestros hallazgos actuales.

5.2 TRABAJO FUTURO

Las limitaciones encontradas durante esta investigación delimitan una serie de áreas y temas que deben ser abordados en investigaciones futuras para lograr un entendimiento más completo del SPSET. A continuación, se enumeran las líneas de trabajo sugeridas para futuras investigaciones:

- **Diversificación de la Muestra:** Sería beneficioso expandir el estudio a otras compañías y batallones del Ejército de Tierra, con el objetivo de obtener una muestra más diversa y representativa de las distintas experiencias, habilidades y condiciones.
- **Incremento en las jornadas de tiro:** Realizar una mayor cantidad de ejercicios de tiro que permitan un proceso de identificación de fallos y mejoras en técnicas, y que exploren diferentes escenarios de combate, incluyendo ejercicios de transición entre blancos y movimientos tácticos.
- **Mejorar Recursos Tecnológicos:** Aumentar la disponibilidad de equipos, incorporando más cámaras y otros dispositivos, permitirá simular escenarios de combate más realistas y recoger datos de una manera más amplia y diversa.
- **Evaluación Extendida de la Durabilidad de los Dispositivos:** Conducir pruebas exhaustivas sobre el rendimiento de las baterías de los dispositivos en diferentes condiciones climáticas, especialmente en climas fríos, y considerar alternativas de energía para operaciones prolongadas.
- **Ampliación del Tamaño de Muestra:** Incluir un mayor número de participantes en los ejercicios de prueba proporcionará datos más representativos y robustos.
- **Extensión Temporal del Estudio:** Ampliar el marco temporal del estudio permitirá observar variaciones estacionales y tendencias a largo plazo en la operatividad y efectividad del sistema.
- **Investigación Comparativa:** Acceder a y analizar datos de sistemas similares, como el Corner Shoot, permitirá una evaluación más completa del posicionamiento y ventajas competitivas del sistema de puntería en estudio.
- **Optimización del Hardware:** Estudiar la homogeneización del fusil para evitar errores angulares, considerando retirar el visor al fusil HK-G 36 E y reemplazarlo con un riel picatinny de perfil bajo puede ser una opción válida para mejorar la precisión en sistemas de tiro. El uso de un picatinny de perfil bajo podría reducir el error angular al disminuir la



distancia entre el eje del visor y el eje del cañón, lo que podría resultar en una mayor precisión. Adicionalmente, explorar la utilización de cámaras avanzadas con características como zoom telemétrico y encontrar miras ópticas más compatibles y eficientes con la cámara, reemplazando o mejorando la EOTECH.

- **Escenarios de Baja Visibilidad:** Probar el sistema en condiciones de baja visibilidad utilizando dispositivos como el AN/ PVS 14, y analizar su rendimiento en diferentes entornos, considerando factores como la naturaleza de las paredes y la presencia de obstáculos como puertas. (Army, 2017)



Figura 22 AN / PVS-14

- **Ejercicios Bajo Estrés:** Realizar pruebas que simulen situaciones de alto estrés, evaluar la rapidez y eficacia de los soldados al reaccionar y efectuar fuego en estos ejercicios.
- **Blancos Abatibles:** Incorporar ejercicios de tiro con blancos abatibles para comparar tiempos de reacción y precisión utilizando el sistema de puntería.



Figura 23 Raíl y blancos en el campo de tiro de "El Goloso"

Al abordar estas líneas de trabajo en investigaciones futuras, se espera que se pueda obtener una visión más completa y matizada del potencial y las limitaciones del SPSET. Esto, a su vez, contribuirá a la optimización y adaptabilidad de esta tecnología en diversos escenarios militares y operativos.



6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Army, D., 2017. *Dispositivo monocular de visión nocturna (MNVD) TM 11-5855-306-23P Unidad ANPVS-14 y manual de mantenimiento de soporte directo*. s.l.:s.n.

Cañete, C. J. C., 2019. *COMBATE EN ZONAS URBANIZADAS*, Almería: s.n.

Defensa, M. d., 2021. *Ejército de tierra*. [En línea] Available at: https://ejercito.defensa.gob.es/estructura/briex_2035/index.html [Último acceso: 21 10 2023].

DOCTRINA, M. D. A. Y., 2004. *ORIENTACIONES. COMBATE EN ZONAS URBANIZADAS*. GRANADA: s.n.

Giovanni Di Leo, F. S., 2020. Statistical significance.

GONZALEZ, T. I. D. D. F., 2021. *PROPUESTA QUE EMITE EL TCOL. INF DEM D. FRANCISCO GONZALEZ*, BARCELONA: s.n.

GoPro, 2019. *HERO8 Black*, s.l.: s.n.

INSTRUCCIÓN, A. D. I. D. D., 2021. *A-001 INSTRUCCIÓN DE TIRO DE COMBATE*. TOLEDO: s.n.

Maldonado Luna, S., 2007. *Manual Práctico Para El Diseño De La Escala Likert*. s.l.:Editorial Trillas Sa De Cv.

Modrón, E. L., AGOSTO 2015. DISPARAR «SIN ENCARAR». *REVISTA EJÉRCITO*, Issue N.892, pp. 82-84.

Prism, G., 2023. *Graphpad Prism*. [En línea] Available at: <https://www.graphpad.com/> [Último acceso: 2023 octubre 23].

Shoot, C., 2000. *Corner Shoot*. [En línea] Available at: <https://www.cornershot.com/index.php> [Último acceso: 21 octubre 2023].

táctica, Z., 2023. *Zona táctica*. [En línea] Available at: <https://www.zonatactica.es/molle-y-bolsillos/2155-11721-soporte-movil-abatible-kydex-gtw-gear.html> [Último acceso: 21 octubre 2023].

Táctico, B. d. T., 2010. *Tiro Táctico*. [En línea] Available at: <https://tirotactico.net/2014/07/10/5706/> [Último acceso: 22 10 2023].

Technology, A., 2006. *Army Technology*. [En línea] Available at: <https://www.army-technology.com/projects/felin/?cf-view> [Último acceso: 21 octubre 2023].

Tierra, E. d., 2021. *Regimiento de Infantería 'Barcelona' nº 63 - Ejército de tierra*. [En línea] Available at: <https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Barcelona/ri63/index.html> [Último acceso: 21 octubre 2023].

TIERRA, E. D., s.f. *Regimiento de Infantería 'Arapiles' 62*. [En línea] Available at: https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Gerona/rczm_arapiles62/Localizacion/index.html [Último acceso: 21 OCTUBRE 2023].

Tierra, M. d. A. y. D. (. d. E. d., 1 de febrero de 2007. *Manual de Instrucción. Equipo de Tiradores de Precisión. (MI6-101)*. Granada: s.n.



ANEXOS

ANEXO A: TABLA EFECTIVIDAD EJERCICIOS DE TIRO

Grupo Problema		Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 3	Ejercicio 4	Ejercicio 5	Ejercicio 6
		25 metros	50 metros	5 metros	10 metros	20 metros	5 metros
Impactos	Tirador A	5	0	6	6	3	5
	Tirador B	4	2	4	1	2	5
	Tirador C	5	5	6	6	4	4
	Tirador D	5	1	1	1	1	1
	Tirador E	3	1	6	3	2	3
Disparos totales		5		6			5
% de éxito	Tirador A	100	0	100,0	100,0	50,0	100
	Tirador B	80	40	66,7	16,7	33,3	100
	Tirador C	100	100	100,0	100,0	66,7	80
	Tirador D	100	20	16,7	16,7	16,7	20
	Tirador E	60	20	100,0	50,0	33,3	60

Grupo Control		Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 3	Ejercicio 4	Ejercicio 5	Ejercicio 6
		25 metros	50 metros	5 metros	10 metros	20 metros	5 metros
Impactos	Tirador A	5	4	6	6	6	5
	Tirador B	5	5	6	6	5	5
	Tirador C	5	4	6	6	6	5
	Tirador D	5	5	5	6	6	5
	Tirador E	5	5	6	6	6	5
Disparos totales		5		6			5
% de éxito	Tirador A	100	80	100,0	100,0	100,0	100
	Tirador B	100	100	100,0	100,0	83,3	100
	Tirador C	100	80	100,0	100,0	100,0	100
	Tirador D	100	100	83,3	100,0	100,0	100
	Tirador E	100	100	100,0	100,0	100,0	100



ANEXO B: TABLA AGRUPACIÓN EJERCICIOS DE TIRO

Grupo Problema		Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 3	Ejercicio 4	Ejercicio 5	Ejercicio 6
		25 metros	50 metros	5 metros	10 metros	20 metros	5 metros
Impactos	Tirador A	5C	3C	0	0	0	0
	Tirador B	0	0	0	0	0	0
	Tirador C	3B	0	0	0	0	0
	Tirador D	0	0	0	0	0	0
	Tirador E	0	0	0	0	0	0
Disparos totales		5		6			5
agrupacion	Tirador A	1	1	0,0	0,0	0,0	0
	Tirador B	0	0	0,0	0,0	0,0	0
	Tirador C	2	0	0,0	0,0	0,0	0
	Tirador D	0	0	0,0	0,0	0,0	0
	Tirador E	0	0	0,0	0,0	0,0	0

Grupo Control		Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 3	Ejercicio 4	Ejercicio 5	Ejercicio 6
		25 metros	50 metros	5 metros	10 metros	20 metros	5 metros
Impactos	Tirador A	5B	0	6B	6B	4B	0
	Tirador B	4B	5B	4B	4B	0	3B
	Tirador C	0	0	0	3B	0	4B
	Tirador D	4B	4B	6A	3B	4B	3B
	Tirador E	3B	3A	3B	4B	3B	4B
Disparos totales		5		6			5
agrupacion	Tirador A	2	0	2,0	2,0	2,0	0
	Tirador B	2	2	2,0	2,0	0,0	2
	Tirador C	0	0	0,0	2,0	0,0	2
	Tirador D	2	2	3,0	2,0	2,0	2
	Tirador E	2	3	2,0	2,0	2,0	2



ANEXO C: TABLA TIEMPOS EJERCICIOS DE TIRO

Grupo Problema	Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 3	Ejercicio 4	Ejercicio 5	Ejercicio 6
	25 metros	50 metros	5 metros	10 metros	20 metros	5 metros
Tirador A	12	5	7	4	3	9
	2	2	7	7	4	
	2	1	5	6	8	
	1	1				
	1	2				
Tirador B	4	7	6	7	5	19
	4	11	11	12	9	
	4	7	5	10	7	
	4	5				
	3	5				
Tirador C	4	8	4	7	4	23
	2	5	3	4	3	
	8	3	5	3	3	
	8	6				
	8	5				
Tirador D	8	5	10	10	8	50
	6	10	10	10	8	
	9	6	7	8	5	
	4	12				
	5	8				
Tirador E	6	23	7	17	5	28
	5	4	5	8	6	
	6	5	6	5	4	
	3	5				
	2	6				
	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos



Grupo Control	Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 3	Ejercicio 4	Ejercicio 5	Ejercicio 6
	25 metros	50 metros	5 metros	10 metros	20 metros	5 metros
Tirador A	2	3	2	3	4	10
	1	2	3	4	4	
	1	1	3	3	3	
	1	1				
	1	1				
Tirador B	2	3	3	3	4	9
	1	2	3	4	3	
	1	1	3	4	4	
	1	1				
	1	1				
Tirador C	2	2	3	5	6	9
	1	1	3	4	2	
	1	1	3	3	4	
	2	1				
	1	1				
Tirador D	2	2	4	4	3	12
	1	2	2	3	4	
	1	2	2	4	3	
	1	1				
	1	1				
Tirador E	7	8	4	6	3	10
	1	1	5	4	4	
	2	2	4	4	3	
	1	2				
	1	3				
	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos



ANEXO D: ENCUESTAS GRUPO PROBLEMA

⋮

¿Qué tan cómodo se sintió al utilizar el sistema de armas sin exposición del tirador? *

	1	2	3	4	5	
Muy incómodo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muy cómodo

¿Cuán seguro se sintió al utilizar el sistema de armas sin exposición del tirador? *

	1	2	3	4	5	
Muy inseguro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muy seguro

¿Cómo calificaría el cambio de peso del fusil con el sistema? *

	1	2	3	4	5	
No hay diferencia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Hay mucha diferencia

¿Cuánta sensación de control tiene al apuntar y disparar con el sistema? *

	1	2	3	4	5	
Ninguna sensación de control	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Total sensación de control

⋮

¿Cuán fácil fue ajustar y calibrar la mira del sistema? *

	1	2	3	4	5	
Muy difícil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muy fácil

¿Qué tan precisa percibió el sistema en cuanto a la alineación con el objetivo? *

	1	2	3	4	5	
Muy inexacta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muy exacta



¿Qué tan incómodo es apuntar y mantener el objetivo usando la mira en comparación con disparar sin el sistema? *

	1	2	3	4	5	
Mucho más incómodo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mucho más cómodo

...

¿Cómo evaluaría la durabilidad del sistema y su capacidad para resistir condiciones adversas? *

	1	2	3	4	5	
Muy frágil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muy resistente

...

¿Qué tan cómodo fue el uso prolongado del sistema durante una operación o ejercicio de tiro? *

	1	2	3	4	5	
Muy incómodo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muy cómodo

"Por favor, comparte tus opiniones sobre el sistema. ¿Qué aspectos te gustan y cuáles te desagradan? Por favor, sé lo más detallado posible."

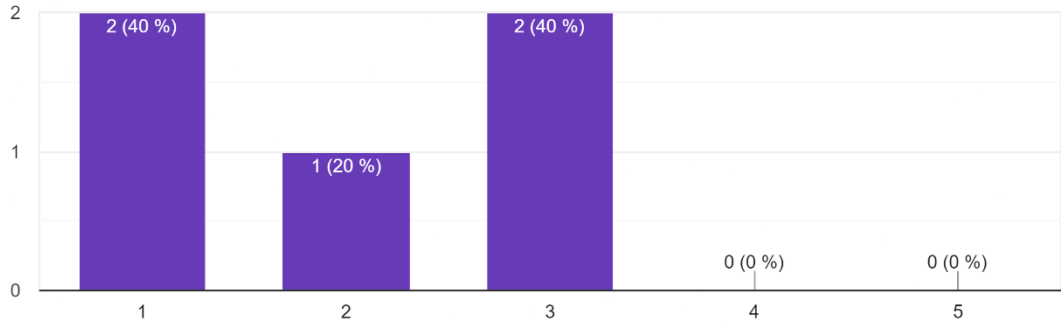
Texto de respuesta larga



ANEXO E: RESULTADOS ENCUESTAS

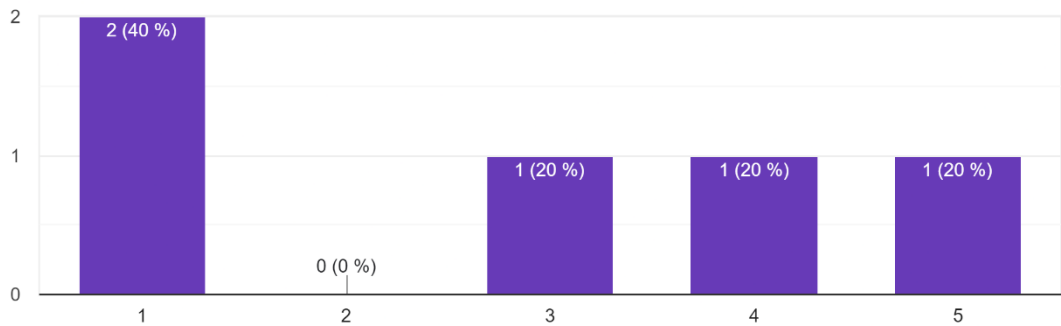
¿Qué tan cómodo se sintió al utilizar el sistema de armas sin exposición del tirador?

5 respuestas



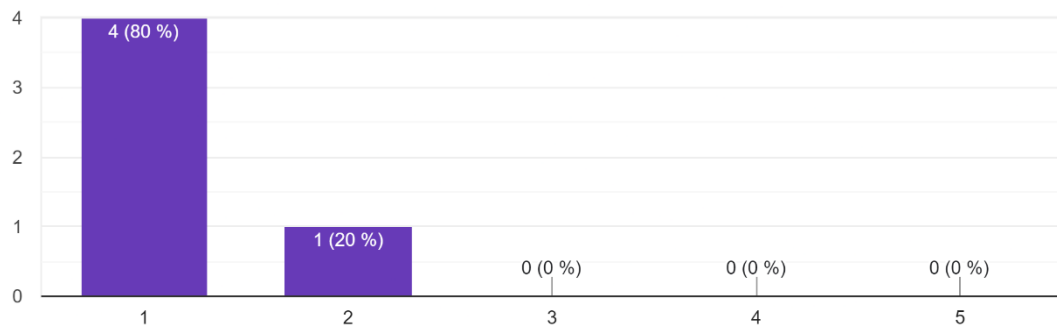
¿Cuán seguro se sintió al utilizar el sistema de armas sin exposición del tirador?

5 respuestas



¿Cómo calificaría el cambio de peso del fusil con el sistema?

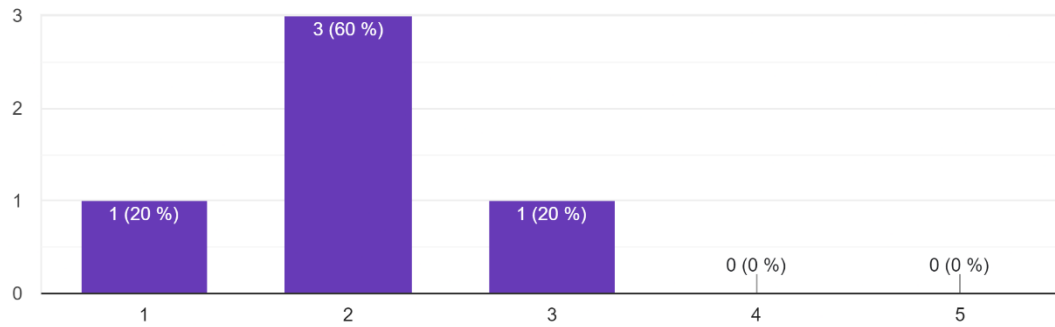
5 respuestas





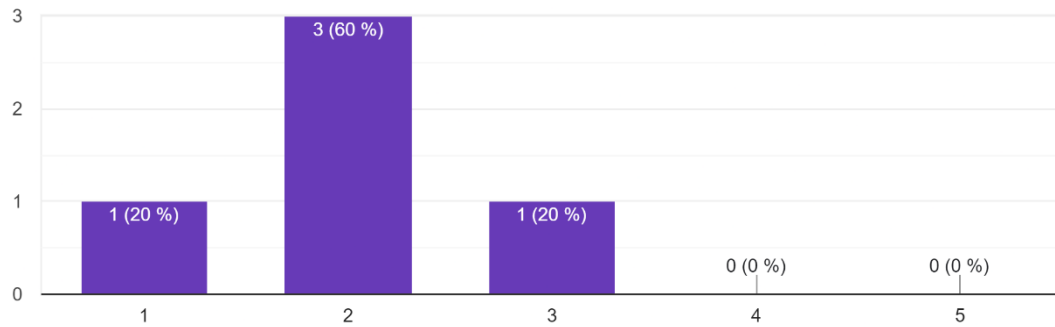
¿Cuánta sensación de control tiene al apuntar y disparar con el sistema?

5 respuestas



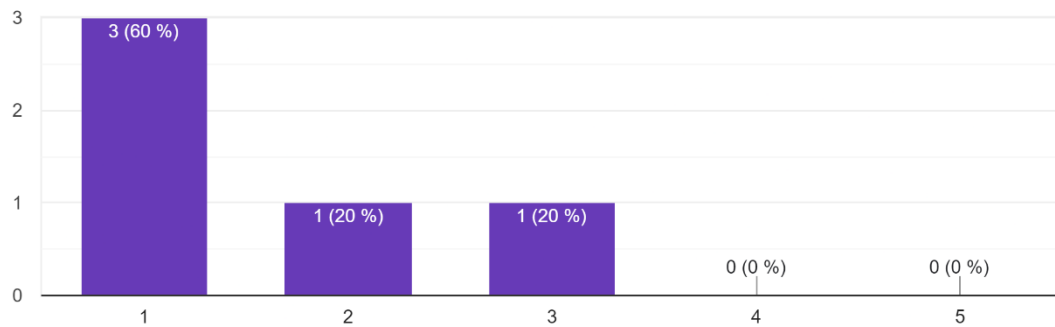
¿Cuán fácil fue ajustar y calibrar la mira del sistema?

5 respuestas



¿Qué tan precisa percibió el sistema en cuanto a la alineación con el objetivo?

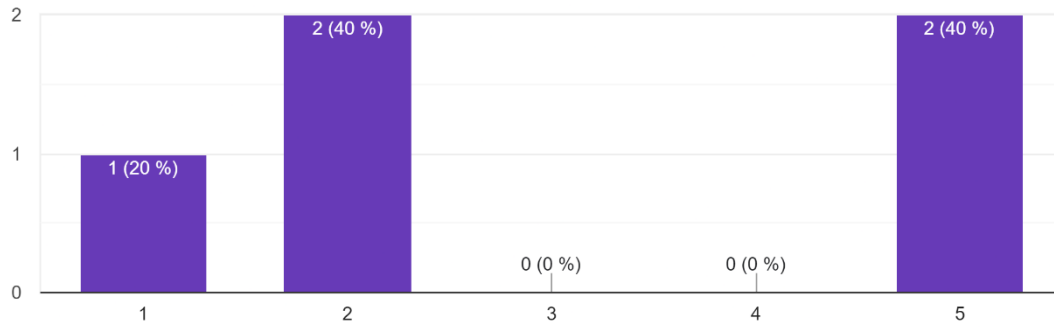
5 respuestas





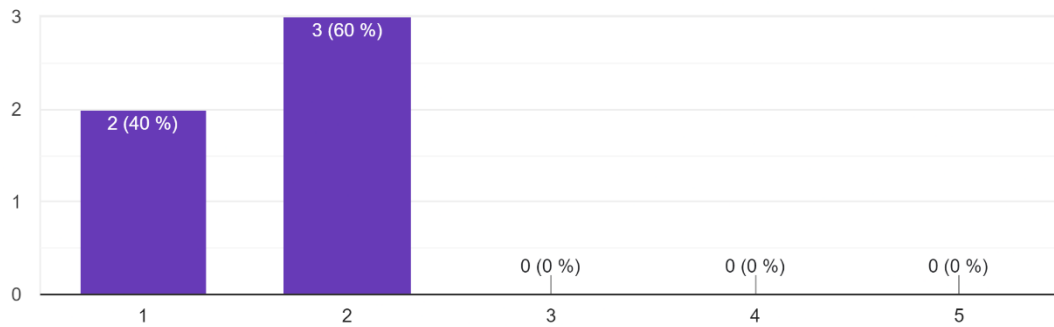
¿Qué tan incómodo es apuntar y mantener el objetivo usando la mira en comparación con disparar sin el sistema?

5 respuestas



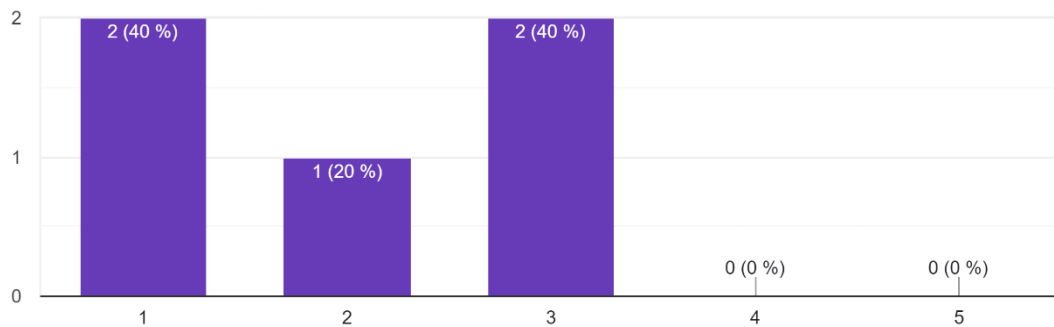
¿Cómo evaluaría la durabilidad del sistema y su capacidad para resistir condiciones adversas?

5 respuestas



¿Qué tan cómodo fue el uso prolongado del sistema durante una operación o ejercicio de tiro?

5 respuestas





"Por favor, comparte tus opiniones sobre el sistema. ¿Qué aspectos te gustan y cuáles te desagradan? Por favor, sé lo más detallado posible."

Texto de respuesta larga

Respuestas de los usuarios del Grupo Problema:

El sistema está muy bien pensado para exponerse lo menos posible al enemigo, tiene mucho sentido a distancias cortas cuando la puntería para abatir al enemigo no es tan importante como en distancias largas. Es un sistema muy útil a nivel combate en población (CQB), pero poco útil en combate convencional a no ser que sea defendiendo posición defensiva. En conclusión, me parece un sistema que si este mejor fijado y calibrado y a la hora de moverse no varía la imagen o se mueve es excelente para combate urbano y poco eficaz en convencional.

Mas seguro en cuanto a exposición únicamente pero muy impreciso incluso a distancias muy cortas. Para usarlo es necesario apartar la vista del objetivo y observar la vista de la cámara, con lo cual perdemos visión de nuestro alrededor. Lleva bastante tiempo apuntar al objetivo. Personalmente no lo usaría hoy en día, pero es una idea que se puede perfeccionar bastante.

La seguridad que aporta el sistema es nula, a pesar de que trata de proporcionar más seguridad al tirador evitando exponer su cuerpo lo que realmente consigue es todo lo contrario. Es preferible salir y exponerse a pesar del riesgo a utilizar el sistema debido a su lentitud y las complicaciones que ofrece. Además de que, si en el contexto de la batalla hay que pegar saltos, lo más probable es que el sistema no llegue en buenas condiciones.

Creo que la idea es buena, pero habrá que pulir el sistema de sujeción de la cámara, la batería y poder poner la pantalla (móvil) en un sitio donde también podamos ver nuestro sector en vez de mirar al suelo.



ANEXO F: FOTOS REALIZADAS DURANTE LOS EJERCICIOS DE TIRO













ANEXO E: GRAFICAS GRAPHPAD PRISM

