



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Estudio sobre las posibilidades y rendimiento del
sistema SIMUNITION en la instrucción del
combatiente.

Autor

David Veiga Mosquera

Director/es

Dra. Dña. Raquel Villacampa Gutiérrez
Cap. D. Santiago Monés del Prado

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
2019

AGRADECIMIENTOS

En las siguientes líneas quiero agradecer a todas aquellas personas que, de una forma u otra, han contribuido a la realización de este trabajo de fin de grado a través de su desinteresada ayuda.

En primer lugar, agradecer a todo el personal del Centro Universitario de la Defensa que durante los últimos años han contribuido a mi formación como futuro oficial del Ejército de Tierra. En especial, a la Dra. Dña. Raquel Villacampa Gutiérrez, mi tutora y por lo tanto, mi principal fuente de apoyo y asesoramiento para el desarrollo y redacción del presente trabajo, ayudándome a alcanzar los objetivos propuestos.

Asimismo, debo agradecer a todo el personal del Regimiento de Infantería “Príncipe” nº3 (Siero) de la BRILAT, más concretamente a la 3ª Cía. Del Bon. Toledo quienes desde el primer día, han mostrado su total disposición y apoyo, integrándome como un componente más de la unidad, transmitiéndome sus conocimientos y experiencia durante el periodo de prácticas externas. De entre ellos, debo destacar sin lugar a dudas al Capitán D. Santiago Monés del Prado, recibíendome e integrándome en su compañía, asesorándome y ofreciéndome todas las facilidades posibles para la elaboración del presente trabajo, realizando así, una excelente labor como tutor militar y ejemplo de mando.

También me gustaría mostrar mi agradecimiento al Teniente D. Antonio Manzano Muñoz, por su desinteresada colaboración, ayudándome y guiándome. Además, debo mencionar al Sargento D. Anxo Costas Bahamonde por su total y constante disponibilidad, cuyos conocimientos y experiencia han sido fundamentales para el desarrollo de la investigación.

Por último, agradecer a mis padres, hermanas y familia, además de a todos mis compañeros y amigos, cuyo apoyo ha sido el pilar fundamental durante estos años, siempre presentes a pesar de la distancia. Muchas gracias a todos.

RESUMEN

El presente trabajo fin de grado surge ante la necesidad de mejora de los actuales sistemas de simulación de combate presentes en las unidades del Ejército de Tierra y para determinar así la viabilidad de implementación del sistema SIMUNITION en ellas. Siendo este, actualmente, el mejor sistema para entrenamiento táctico, que ya usan otros países aliados. Para ello, proponemos un análisis y evaluamos los beneficios, ventajas y limitaciones que ofrece el sistema en la instrucción de combate.

Para determinar las características, beneficios y aquellas limitaciones que afectan a las posibilidades y rendimiento del sistema, es necesario la realización de diferentes pruebas que confirmen el correcto funcionamiento o no del mismo en diversas situaciones. Además, con una considerable trascendencia para aumentar la eficiencia del mismo, proponemos una serie de ejercicios que permitan acceder a una certificación para el empleo del sistema como director de ejercicios SIMUNITION. Los resultados obtenidos de los diferentes análisis económicos y técnicos, nos hacen llegar a la situación final deseada: SIMUNITION es, actualmente, el mejor sistema de entrenamiento táctico en comparación con aquellos sistemas ya estandarizados en las unidades del Ejército de Tierra.

Mediante la realización de este trabajo, confirmamos la viabilidad de implantación de SIMUNITION en cuanto aspectos y requisitos técnicos, así como económicos.

Palabras clave: Sistema SIMUNITION, simulación combate, simuladores, instrucción, combatiente.

ABSTRACT

This “trabajo de fin de grado” responds to the need of improving the current combat simulation systems that the different units of the Spanish Army use, and it seeks to determine the viability of implementing the SIMUNITION system there. This is currently the best system for tactical training, which other allied counties use too. In order to fulfil these aims, an analysis is carried out that assesses the benefits, advantages and limitations that the system offers for combat instruction.

In order to determine the features, benefits and limitations that affect the possibilities and performance of the system, it is necessary to carry out different tests to confirm the correct or incorrect functioning in a variety of situations. In addition, given their considerable impact on the increase of its efficiency, several training activities are proposed, which will lead to a certification of the use of the system as activity manager SIMUNITION. The results that have been obtained from the economic and technical analyses confirm the desired situation: SIMUNITION is shown to be currently the best system of tactical training when compared to other standardized systems that the units of the Spanish Army use.

After carrying out this Project, it is possible to confirm the viability of implementing SIMUNITION both from a technical and economic perspective.

Keywords: SIMUNITION system; combat simulation; simulators, training and instruction, combatant

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
LISTADO DE ABREVIATURAS	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes y justificación	1
1.2 Objetivos y metodología.....	2
1.3 Estructura de la memoria	4
2. SISTEMA SIMUNITION.....	5
2.1 Munición.....	6
2.2 Funcionamiento.....	14
2.3 Medidas de seguridad	15
2.3.1 Tecnología.....	16
2.3.2 Personal responsable	16
2.3.3 Zona de entrenamiento.....	17
2.4 Rendimiento cognitivo en el combatiente.....	18
2.5 Escenarios y posibilidades	19
3. PROCESO DE ENTRENAMIENTO.....	21
3.1 Train the trainers	21
3.2 Entrenamientos SIMUNITION del combatiente.....	23
4. COMPARATIVA DE LOS SISTEMAS DE SIMULACIÓN	25
4.1 Otros sistemas	25
4.1.1 Sistema MILES	25
4.1.2 Airsoft.....	26
4.1.3 Victrix	27
4.2. Comparación técnica.....	28
4.3 Análisis económico.....	29
5. CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS	31
6. BIBLIOGRAFÍA.....	32
ANEXOS.....	35
ANEXO A - Diagrama de Gantt.....	37
ANEXO B - Encuestas.....	39
ANEXO C - Entrevistas.....	43
ANEXO D - Ficha explicativa del cartucho SIMUNITION	51
ANEXO E - Análisis de riesgos.....	53

ANEXO F - Presupuestos.....	57
ANEXO G – Análisis por técnicas de scoring	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Demostración teórico-práctica SIMUNITION.....	3
Figura 1.2 - Demostración teórico-práctica SIMUNITION.....	3
Figura 2.1 - Componentes del sistema SIMUNITION.....	6
Figura 2.2 - Corte de cartucho 5.56x45 OTAN	6
Figura 2.3 - Tipos de munición 1	7
Figura 2.4 - Tipos de munición 2	7
Figura 2.5 - Munición 9mm Parabellum al frente, 5.56x45mm OTAN al fondo	7
Figura 2.6 - Mancha de pigmento	8
Figura 2.7 - Mancha tras frotado	8
Figura 2.8 - Mancha tras aclarado	8
Figura 2.9 - Impacto sobre uniforme del ET	8
Figura 2.10 - Resultado tras frotar ligeramente con agua	8
Figura 2.11 - Pruebas alcance eficaz de munición en 9mm	9
Figura 2.12 - Pruebas alcance eficaz de munición en 5.56 x 45mm	9
Figura 2.13 - Prueba con cronógrafo balístico.....	10
Figura 2.14 - Proyecto FX 5.56 x 45mm sometido a -5°C	10
Figura 2.15 - Proyecto FX 5.56 x 45mm sometido a +45°C (Vaina)	11
Figura 2.16 - Proyecto FX 5.56 x 45mm sometido a +45°C (Bala)	11
Figura 2.17 - Prueba de resistencia subacuática	11
Figura 2.18 - Efectos de impacto con munición SIMUNITION a muy corta distancia.....	12
Figura 2.19 - Kit conversión SIMUNITION HK G36	12
Figura 2.20 - Kit conversión SIMUNITION HK USP Standard.....	14
Figura 2.21 - Cierre SIMUNITION HK G36.....	14
Figura 2.22 - Cierre real HK G36.....	15
Figura 2.23 - Áreas de seguridad del Sistema SIMUNITION	15
Figura 2.24 - Resultado impacto sobre máscara de protección	15
Figura 2.25 - Resultado impacto sobre piel	16
Figura 2.26 - Matriz de probabilidad de impacto.....	16
Figura 2.27 - Resultados del análisis DAFO.....	18
Figura 3.1 - Ejemplo de ejercicio real con sistema de simulación SIMUNITION (instructores)	20
Figura 3.2 - Ejemplo de ejercicio real con SIMUNITION. Nivel Intermedio.....	22
Figura 4.1 - Práctica con simulador de duelo MILES.....	24
Figura 4.2 - Esquema de decisión MILES	25
Figura 4.3 - Ejercicios de instrucción en campo de tiro simulado. Sala VICTRIX.....	26
Figura B.1 - Resultado gráfico de preferencias en sistema de simulación.....	42
Figura B.2 - Resultado gráfico del personal que ha usado los sistemas.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 - Datos sobre los alcances de las diferentes municiones estudiadas	9
Tabla 2.2 - Datos de velocidad de salida	10
Tabla 2.3 - Mediciones acústicas expresadas en decibelios	13
Tabla 2.4 - Distancias mínimas de seguridad recomendadas	17
Tabla 4.1 - Resumen de los resultados obtenidos con las técnicas de scoring	28
Tabla 5.1 - Costes unitarios de los productos de interés SIMUNITION	30
Tabla 5.2 - Presupuestos de los diferentes sistemas de simulación.....	30

LISTADO DE ABREVIATURAS

BRILAT	Brigada de infantería ligera aerotransportable
CO2	Dióxido de carbono
ESS	Compañía de gafas balísticas
ET	Ejército de Tierra
FAS	Fuerzas Armadas
FPOM	Fortalezas Psicológicas Operativo-Militares
FX	Ejercicios con fuego real
HK	Empresa armamento Heckler y Koch
MADOC	Mando de adiestramiento y doctrina
PVC	Policloruro de vinilo
TCCC	Tactical Combat Casualty Care

1. INTRODUCCIÓN

En este primer punto fijaremos los objetivos del trabajo, la motivación que nos ha llevado a desarrollarlo, así como la metodología empleada y el ámbito de aplicación, entre otros. Asimismo, una serie de conceptos generales nos permitirán entender el alcance de este proyecto, y entenderemos las ventajas del sistema SIMUNITION.

Este estudio ha sido realizado en la 3ª Compañía del Batallón Toledo del Regimiento de Infantería Príncipe nº3 (Asturias) de la BRILAT.

1.1 Antecedentes y justificación

La realidad actual de los conflictos armados comienza a diferenciarse drásticamente del enfoque táctico de nuestro ejército, surge así la necesidad de actualizar nuestros conocimientos y la forma de instruirnos. Es necesario realizar cambios importantes en el enfoque de la instrucción actualizándola a los estándares de otros países. Esto afecta a la instrucción en ambientes urbanos, instrucción TCCC (Tactical Combat Casualty Care) y el empleo de nuevos sistemas de estrés o ejercicios *force on force*¹ como SIMUNITION [1].

Conseguir que la forma en la que se instruyen nuestras tropas sea lo más real posible es ya una necesidad. Generar ambientes de estrés y percepción de estímulos, que unido a la repetición y reiteración, va a permitir a la memoria muscular incorporar movimientos no naturales. Así, actuando en “piloto automático”, donde el estrés anula nuestros sentidos (visión túnel, percepción auditiva), es cuando nuestro cuerpo será capaz de reaccionar acorde a lo exigido.

Desde hace años, las fuerzas y cuerpos de seguridad del estado, y más concretamente el ET (Ejército de Tierra), se esfuerzan en aproximar la instrucción y los ejercicios tácticos a la realidad. Es por ello que diferentes empresas civiles han desarrollado sistemas de simulación que permiten asemejar, lo máximo posible, el entrenamiento a una situación de combate real. No obstante, no todos estos sistemas son igual de efectivos. En esta memoria, analizaremos las ventajas e inconvenientes de algunos de ellos, y pondremos de manifiesto la importancia del sistema SIMUNITION en la instrucción de los soldados.

SIMUNITION es un sistema que responde a las exigencias de un entrenamiento táctico real, pero todavía no ha sido estandarizado en las unidades de infantería en España, a pesar de sus ventajas frente a otros sistemas de simulación táctica. Por tanto, la motivación de este estudio es demostrar las ventajas

¹ Entrenamiento táctico avanzado individuo contra individuo, donde cada uno ejercita sus técnicas y tácticas para enfrentarse a escenarios que presentan distinto tipo de agresiones.

de este sistema para dichas unidades y compararlo con sistemas de simulación de combate que actualmente ya disponen estas unidades, como el sistema MILES de tecnobit o la sala VICTRIX de INDRA.

Numerosos artículos hablan del efecto que tienen las situaciones de estrés en el comportamiento humano. La instrucción del combatiente se caracteriza por las altas exigencias que deben alcanzar y por los dramáticos resultados en caso de fallo. Es por ello que se plasma la necesidad de precisar personal con la habilidad de actuar con efectividad y calma en situaciones de alto estrés. Así pues, consideramos obligatorio que este personal se instruya en condiciones bajo las que pueda comprobar y corregir aquellos errores que, a diferencia de otras profesiones, pueden costarles su propia vida o la de sus compañeros, adquiriendo un rendimiento cognitivo óptimo en situaciones de abundante estrés [2].

Lo que nos ofrece el sistema de entrenamiento SIMUNITION es claro: formar soldados con mayor confianza en sí mismos. Pues nadie tiene miedo de hacer aquello que sabe qué hace bien. Eliminando la sorpresa y acostumbrando al cuerpo y a la mente al estrés propio del combate, creamos un guerrero cognitivamente preparado para las numerosas variables de las batallas: "Stress management capabilities and appropriate cognitive functioning under dangerous, nonroutine circumstances are key issues in so-called "high-reliability occupations" (Flin, 2002, p. 255).

1.2 Objetivos y metodología

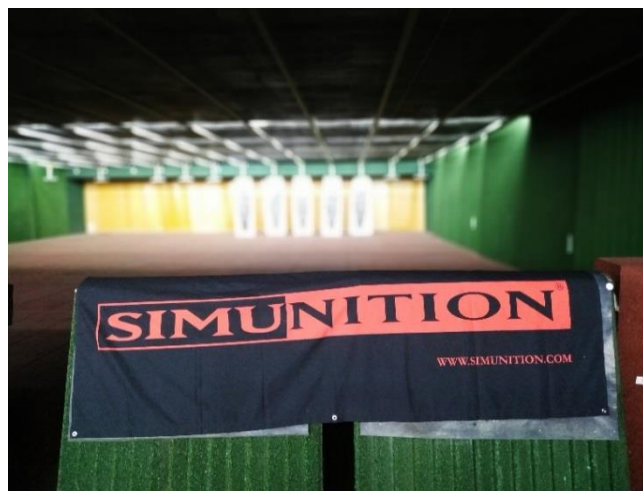
El objetivo principal de este proyecto es estudiar las posibilidades que aporta el sistema SIMUNITION y cuál es su rendimiento en la instrucción de combate del soldado de infantería comparándolo con otros sistemas de entrenamiento táctico o simulación.

Con el fin de facilitar la consecución de este objetivo principal, hemos establecido los siguientes objetivos secundarios:

1. Analizar las capacidades, características y limitaciones del sistema de entrenamiento simulado SIMUNITION a través de pruebas realizadas en distintos escenarios, así como el rendimiento y las posibilidades del mismo.
2. Determinar cómo favorece al rendimiento cognitivo de los combatientes el empleo del sistema.
3. Diseñar un sistema de entrenamiento eficaz que permita mejorar los niveles de instrucción en combate de los soldados, teniendo como base ejercicios de simulación con SIMUNITION.
4. Efectuar un análisis comparativo entre dicho sistema y los sistemas de simulación existentes que ya son empleados en las unidades de infantería del ET.
5. Analizar la viabilidad de la implantación del sistema en las unidades y su posible estandarización, a través de un estudio económico del mismo.

Para ello, hemos incorporado el diseño de un modelo de proceso de entrenamiento o curso con SIMUNITION y sus escenarios, así como análisis cualitativos de diferentes entrevistas y encuestas realizadas tanto a personal militar como civil.

A través de la primera demostración teórico-práctica oficial en España, por parte de la empresa americana General Dynamics, diseñadora de SIMUNITION, que tuvo lugar durante el mes de septiembre del presente año en Madrid, y a la que pudimos asistir, obtuvimos información muy relevante sobre este sistema por medio de entrevistas a sus representantes. Además, probamos el sistema tanto para fusil como pistola, en blancos de tiro y sobre nuestra propia piel, comprobamos los efectos de la munición en primera persona, obteniendo datos que permiten aportar rigor a este estudio.



Figuras 1.1 y 1.2 Demostración teórico-práctica SIMUNITION por parte de sus representantes internacionales, Madrid 2019 (Fuente: Elaboración propia)

Adicionalmente, la primera fase o *Project kick-off*, ha estado marcada por la planificación de la agenda de trabajo, así como los hitos y fases más relevantes. A través de reuniones con el tutor militar y civil, hemos podido conocer los objetivos que persigue la unidad, y los objetivos académicos del mismo. Un diagrama de Gantt nos ha guiado en tiempo, y nos permitido organizar las fases de trabajo para visualizarlas con claridad (véase Anexo A).

La recopilación de información previa también ha sido fundamental, a partir de manuales militares, diferentes páginas web, información aportada de distintas empresas expertas o comparaciones sobre los sistemas de simulación de combate existentes. Por otra parte, análisis DAFO, análisis de riesgos o análisis descriptivo de las encuestas realizadas, han sido algunas de las herramientas cuantitativas empleadas, aportando transcendencia al estudio.

1.3 Estructura de la memoria

Una vez finalizado este **primer capítulo** introductorio, damos paso al **segundo capítulo**, donde hablaremos del propio sistema SIMUNITION, explicaremos todas sus características, limitaciones, posibilidades y rendimiento. Así, este punto, responderá en parte al objetivo principal del proyecto, además del primer y segundo objetivo secundario relativos a las especificaciones del sistema y su rendimiento cognitivo en el combatiente, respectivamente.

En el **capítulo tercero**, expondremos una propuesta de curso o proceso de entrenamiento, a través del diseño de ejercicios y programas con SIMUNITION, respondiendo así al tercer objetivo secundario.

Después, en el **cuarto capítulo**, haremos una comparativa de los sistemas de simulación táctica existentes, que el ET y sus unidades de infantería ya han adquirido y estandarizado mayoritariamente en ellas. Este capítulo nos permitirá conocer el estado del arte de los sistemas actuales, favoreciendo así su posterior comparación con SIMUNITION, alcanzado nuestro cuarto objetivo secundario. Analizaremos también los aspectos técnicos y la viabilidad económica de su implantación, a través de presupuestos, profundizando en todos los costes adicionales relativos a la adquisición y municiones, entre otros. Con ello, alcanzaremos el último objetivo secundario.

Finalmente, el **quinto capítulo** estará marcado por las conclusiones de este estudio y las líneas futuras que esperamos del proyecto, poniendo fin a la memoria.

2. SISTEMA SIMUNITION

Actualmente, los sistemas de simulación han adquirido gran protagonismo en las FAS (Fuerzas Armadas) debido al gran ahorro económico que generan. Tienen gran importancia los simuladores de tiro y combate, que reducen el uso de munición. Con ellos podemos poner en práctica las técnicas, tácticas y procedimientos que las unidades suelen ejecutar, reduciendo considerablemente los riesgos de accidentes, abaratando costes e incluso contribuyendo a preservar el medio ambiente. No obstante, a pesar de estos beneficios, no debemos caer en el error de sustituir los ejercicios con munición real por la simulación, que deberá ser un complemento y no una norma [3].

Respecto a los simuladores de instrucción en combate, podemos diferenciar tres tipos: **simulación virtual**, simulación constructiva y simulación en vivo. La primera consiste en el uso de combatientes reales, pero terrenos, municiones y armamentos simulados. Es ideal para principiantes, aunque poco efectiva, pues se basa en el uso de software creando un ambiente virtual que poco tiene que ver con situaciones de combate real. No obstante, son muy adecuados para las primeras fases de instrucción con soldados poco experimentados. La **simulación constructiva** recrea combatientes, municiones y terrenos, por lo que es ideal para que los mandos puedan instruirse en la planificación y gestión de unidades, visualizándolas en pantalla y dirigiendo sus despliegues. Por último, la **simulación en vivo** es aquella que emplea combatientes y terrenos reales, pero simula el efecto de las armas, haciéndolas no letales. Es muy adecuada para las técnicas y procedimientos de infantería que requieren despliegues y ejecuciones sobre el terreno, permitiendo llevar a cabo ejercicios de simple² y doble acción³. La última, es la clasificación que recibe el sistema SIMUNITION al que hemos sometido a estudio [4].

Para conseguir que nuestros soldados estén preparados para el combate es necesario simular la realidad tan fiel como se pueda. Para ello, hay que implementar sistemas de instrucción con enemigo, empleando munición que, sin llegar a hacer un daño excesivo, sí permita estimular al militar. Esto es lo que nos ofrece SIMUNITION: Entrenamientos *force on force* reales. Este estudio nos ha permitido conocer exactamente cuál es el funcionamiento tanto del kit de conversión como de la munición, detectando los fallos o deficiencias y estableciendo posibles soluciones contrastadas con expertos y discutidas con los representantes de la empresa. Para ello, debemos comenzar conociendo la munición, sus tipos y su sistema, para posteriormente introducirnos en el funcionamiento del kit de conversión.

² Ejercicios de simple acción: Enemigo completamente simulado, participa solamente un bando.

³ Ejercicios de doble acción: Enemigo real, participan los dos bandos, confrontación amigo-enemigo.



Figura 2.1 Componentes del sistema SIMUNITION (Fuente: Elaboración propia)

2.1 Munición

SIMUNITION presenta munición disponible en diferentes calibres para una gran variedad de armas en todo el mundo. No obstante, este estudio está aplicado al ET en España, por lo que restringiremos a los calibres de armas en dotación, es decir, 9mm Parabellum para la pistola HK USP Standard y 5,56 x 45 mm OTAN para el fusil HK G36.

La munición tiene tres símiles que coinciden con un cartucho de munición real. En primer lugar, la vaina, una envoltura de latón que protege los componentes. En segundo lugar, un pistón que, tras ser percutido, detona y produce la deflagración de la pólvora. Y, por último, la propia pólvora, en una cantidad menor que la de un cartucho real, pero de la misma composición. En el interior de la vaina encontramos una envoltura plástica denominada sabot. Este elemento es la base del funcionamiento del sistema. Posee un pequeño orificio longitudinal, de manera que, tras la deflagración de la pólvora, los gases empujan en un primer momento al sabot, y en segundo lugar a la “bala”. En el apartado de funcionamiento lo explicaremos en detalle.

Esta munición es de muy baja energía, lo que nos ha llevado a preguntarnos si las interrupciones en el arma son frecuentes. Los fabricantes afirman que las interrupciones son tan comunes como en un arma normal y que, en la mayoría de los casos, el responsable es el usuario y el pobre mantenimiento del arma. (véase Anexo C – Entrevista General Dynamics, pregunta nº7)

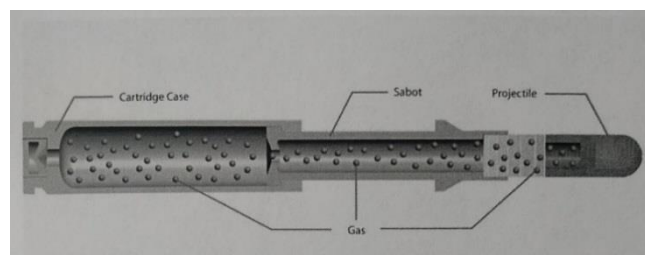


Figura 2.2. Corte de cartucho 5.56x45 OTAN, partes (Fuente: General Dynamics, manual SIMUNITION)

Podemos distinguir dos tipos fundamentales de munición. La munición marcadora FX, y la munición SecuriBlank:



Figuras 2.3 y 2.4 Tipos de munición (Fuente: Elaboración propia)

- **SecuriBlank:** es un tipo de munición con efectos exactamente iguales a la munición de fogeo. En este estudio hemos podido comprobar que es la que menos rendimiento nos aporta. No obstante, permite realizar ejercicios de fogeo con unas medidas de seguridad considerables, pues la salida de gases por el cañón es menor que con la munición de fogeo habitual de uso en las unidades, y su sistema de funcionamiento (sabot y gases) es igual a la marcadora FX.
- **Cartuchos marcadores FX:** este tipo de munición es la que nos permite un mayor rendimiento tanto en alcance (aumentando las posibilidades de empleo) como en feedback tras el ejercicio. Consiste en un tipo de munición con una “bala” o cabeza plástica con pasta de detergente, de modo que podemos conocer dónde se produce el impacto o si es amigo/enemigo.



Figura 2.5 Munición 9mm Parabellum al frente, 5.56x45mm OTAN al fondo. Marcadora FX y SecuriBlank (Fuente: Elaboración propia)

Existe munición de seis colores distintos, lo que permite identificar a cada individuo o equipo con un color diferente, profundizando, aún más si cabe, en el origen del disparo. Estos colores son logrados con pasta de detergente, y no pintura propiamente dicha, lo que aumenta la comodidad del sistema,

pues apenas mancha el textil y es fácilmente eliminable. A continuación, mostramos todas las pruebas realizadas con esta munición y los resultados obtenidos.

- A. Prueba efectos de la pasta marcadora:** en ella, procedimos a la extracción de la pasta del interior del proyectil Marcador FX del calibre 5.56 x 45mm (en este caso, de color azul). A continuación, impregnamos una pieza textil con ella viendo sus efectos. En las siguientes imágenes se muestran los resultados tras frotar la mancha simplemente con las manos.



Figuras 2.6, 2.7 y 2.8 Mancha de pigmento (izquierda), tras frotado (centro) y tras aclarado (derecha)
(Fuente: Elaboración propia)

Hemos podido comprobar como **la eliminación de la mancha** es casi total con el empleo de agua, y muy poco esfuerzo. No obstante, el lavado común que recibe cualquier uniforme tendrá resultados más que suficientes en su eliminación. Concluimos que, esta munición es muy adecuada para empleo sobre el uniforme de instrucción sin deteriorarlo.



Figura 2.9 y 2.10 Impacto sobre uniforme del ET (izquierda) y su resultado tras frotar ligeramente con agua (derecha)
(Fuente: Elaboración propia)

Además de las pruebas de lavado, hemos realizado otras pruebas para comprobar distintas propiedades de los cartuchos marcadores, pensando en los posibles usos de este sistema y dicha munición.

- B. Prueba de alcance:** esta prueba nos ha permitido confirmar el alcance de esta munición. Primero, comprobando los alcances eficaces que asegura el fabricante, en ambos calibres (5.56 x 45mm y 9mm) y confirmando que, efectivamente, 30m. y 8m. aproximadamente, son distancias que no afectan a la precisión del cartucho. Esta prueba tuvo lugar en galería cerrada (GTS Electrónica, Madrid).

En segundo lugar, pruebas en campo abierto (campo de tiro del RI "Príncipe" nº3). Desde 300m. de distancia, disparamos proyectiles, y tras buscar su impacto en el suelo, procedimos a medida de distancia con GPS (error absoluto 2-3m).



Figuras 2.11 y 2.12 Pruebas alcance eficaz de munición en 9mm (izquierda) y 5.56 x 45mm (derecha)
(Fuente: Elaboración propia)

Respetando la distancia eficaz, hemos procedido a determinar la precisión del sistema. Apuntando a un punto exacto con las miras del arma, y efectuando una serie de 10 disparos. La prueba de alcance nos ha permitido determinar que tras efectuar varios disparos, apuntando a un mismo punto, los impactos tenían una buena agrupación, es decir, todos estaban juntos, lo que significa que el sistema es preciso, pero en el caso de la pistola mostraban desviación hacia abajo, es decir, la agrupación se situaba por debajo del objetivo al que se apuntaba, lo que significa que las miras no están bien centradas o que el cañón no ha sido troquelado de forma precisa, asumiendo cierta desviación. Esta prueba pone de manifiesto que la munición no posee gran precisión para combate convencional en zonas abiertas, donde las distancias al objetivo son mucho mayores

Respecto al **alcance** del proyectil consideramos que es muy adecuado tanto en 9mm como en 5.56 x 45mm para combate en zonas urbanizadas, edificaciones, o combate próximo, pues las distancias en estos escenarios son reducidas.

Tipo munición	Alcance eficaz	Alcance máximo	Velocidad viento
5.56 x 45mm OTAN - MARCADORA	30m.	140m.	5.6 km/h Sur
9mm Parabellum - MARCADORA	8m.	160m.	5.6 km/h Sur

Tabla 2.1 Datos sobre los alcances de las diferentes municiones estudiadas (Fuente: Elaboración propia)

Podemos comprobar que a pesar de que la munición 5.56 x 45mm tiene una mayor distancia eficaz, la distancia máxima del proyectil es menor. La explicación de este resultado la desarrollamos en la siguiente prueba. La medida de velocidad del viento fue dada por aplicación móvil.

C. Prueba velocidad de salida del proyectil: a través de un cronógrafo balístico, hemos recogido datos sobre la velocidad de salida de ambos proyectiles. Efectuando disparos en zona abierta, y colocando el cronógrafo próximo a la salida del cañón (error relativo: 0.5%). Los datos obtenidos se recogen en la siguiente tabla:

Munición	Velocidad salida	Media
5.56 x 45mm	191,2 m/s	194,42 m/s
	198,5 m/s	
	193,8 m/s	
	194,2 m/s	
9mm	131,3 m/s	130,55 m/s
	135,9 m/s	
	125,2 m/s	
	129,8 m/s	

Tabla 2.2 Datos de velocidad de salida (Fuente: Elaboración propia)

Los resultados muestran una **velocidad de salida** media mayor del 5.56 x 45mm (194,42 m/s) respecto al cartucho de 9mm (130,55 m/s). La explicación de este fenómeno se debe a que la munición 9mm tiene mayor peso, volumen y tamaño, lo que permite recorrer mayor distancia, reduciendo su velocidad de salida. Mientras que la munición 5.56 x 45mm para fusil posee menores dimensiones, alcanzando velocidades de salida más elevadas, aunque la desestabilización del proyectil se produce de manera más pronta. No hay que olvidar que los proyectiles son de plástico, y su comportamiento no es el mismo que el de un proyectil real de plomo u otros metales. No obstante, la munición 9mm para pistola, presenta una baja velocidad de salida, lo que podría ser debido a tener poca carga de proyección (pólvora), haciendo que el estriado del cañón, que es lo que da una trayectoria dextrógira al proyectil con ayuda de la velocidad de salida, no sea eficaz, explicando así el reducido alcance de este calibre.



Figura 2.13 Prueba con cronógrafo balístico. Pistola HK USP Standard y munición SIMUNITION 9mm Parabellum. (Fuente: Elaboración propia)

D. Prueba de resistencia térmica: mediante modificación de la temperatura de almacenaje, hemos modificado las condiciones térmicas y comprobado si la munición sufría algún daño o pérdida de propiedades.

- **Frío:** almacenando los cartuchos en un congelador/nevera:

- 1h a 5°C: no se aprecian resultados en la pasta. Su funcionamiento posterior es correcto.
- 1h a 0°C: ligero endurecimiento de la pasta. Tras cese de frío recuperación de condiciones normales. No se aprecia anomalías en su funcionamiento.
- 45' a -5°C: endurecimiento parcial de la pasta. Tras cese de frío, recuperación de condiciones normales. Se aprecia reducción del área de impacto, es decir, la pasta marcadora se expande menos al impactar. Ligera pérdida de cualidades físicas.
- 45' a -10°C: endurecimiento total de la pasta. Tras cese de frío, apenas recupera sus condiciones iniciales. Reducción total del área de impacto, apenas marca al objetivo
- **Calor:** sometiendo a elevadas temperaturas mediante su introducción en horno de cocción (cocinas Acto. Cabo Noval)
 - 15'a 30°C: la pasta se vuelve ligeramente líquida. Tras cesar calor, recupera su textura en 1h aproximadamente. No se detectan anomalías en su posterior uso.
 - 15' a 35°C: no apreciamos variaciones respecto a las condiciones anteriores.
 - 10' a 40°C: la pasta se vuelve líquida, pero se mantiene en el interior de la cápsula y no afecta al plástico de esta. Tras aproximadamente 1h recupera su apariencia física. Tras su empleo, observamos que su expansión es mayor en el objetivo, más disperso. Se aprecia también un carácter más líquido de lo normal, facilitando el marcaje del objetivo.
 - 10' a 45°C: la cápsula que contiene a la pasta se derrite parcialmente, expandiendo el plástico y saliendo del sabot. Su interior, tras abrirlo a la mitad, muestra una pérdida del espacio donde debería ir la pasta. Imposibilidad de uso tras la prueba.



Figuras 2.14, 2.15 y 2.16 Proyectil FX 5.56 x 45mm sometido a -5°C (izquierda) y tras prueba de calor a +45°C (centro y derecha)
(Fuente: Elaboración propia)

Podemos afirmar que la munición soporta temperaturas extremas manteniéndose operativa, en un rango comprendido entre -5 °C y 40 °C.

E. Prueba de resistencia subacuática: esta prueba la hemos compuesto de dos fases, tratando de determinar la importancia de su funcionamiento en ambientes húmedos o subacuáticos. En una primera fase hemos sumergido la munición durante 1h en agua dulce. Los resultados no han demostrado ninguna anomalía en su posterior empleo. En una segunda fase, hemos introducido la

pistola en su totalidad bajo el agua, con el fin de determinar si existía la posibilidad de hacer fuego bajo el agua. Los resultados muestran que no es apta para hacer fuego sumergida. No obstante, mojada la munición, y mojada el arma al completo, funciona de manera normal.

Las conclusiones muestran que su funcionamiento **bajo agua** no es adecuado. Esperábamos que, como el arma real, el sistema funcionase sumergido. Tras intentar disparar con el arma sumergida, el martillo percutor del arma no era capaz de accionar la cápsula de ignición del cartucho a través de la aguja percutora. Tras retirarla del agua dulce, en el mismo instante y sin un previo secado, su funcionamiento volvía a ser normal.



Figura 2.17 Prueba de resistencia subacuática (Fuente: Elaboración propia)

- F. Prueba de distancia mínima seguridad:** en esta prueba hemos procedido a probar, sobre nosotros mismos, los efectos de la munición SIMUNITION a una distancia inferior a 1m. y los resultados son los siguientes:



Figura 2.18 Efectos de impacto con munición SIMUNITION a muy corta distancia (Fuente: Elaboración propia)

Por lo que, si por cualquier motivo, durante un ejercicio se incumpliera la distancia mínima de seguridad puntualmente, queda probado que los efectos no producirían daños considerables.

- G. Prueba de sonido:** como última prueba, con el fin de determinar el realismo acústico del sistema respecto del sonido de un cartucho real, hemos procedido a la medida, mediante un sonómetro, de los decibelios tanto de un cartucho real como de un cartucho SIMUNITION.

Los resultados son claros. Mientras un cartucho real de 9mm. o 5.56 x 45mm supera los 150 dB, los cartuchos SIMUNITION no alcanzan en ninguno de los calibres los 50 dB. Si bien es cierto que simulan

dicho sonido, sin llegar al rango de sonidos perjudiciales para el oído humano que se establece en torno a los 60 dB [5].

Munición	Sonido
5.56 x 45mm OTAN	155,2 dB
5.56 x 45mm SIMUNITION	45,6 dB
9mm Parabellum	159,8 dB
9mm SIMUNITION	43,3 dB

Tabla 2.3 Mediciones acústicas expresadas en decibelios (Fuente: Elaboración propia)

Uno de los aspectos que nos preocupaba era el carácter tóxico de esta munición, algo que tratamos en la entrevista con los expertos (véase Anexo C – General Dynamics, pregunta nº8). Esta munición **no es tóxica** ni contaminante, de forma que no existe riesgo en caso de que la pasta marcadora sea ingerida. Al igual que no representa amenaza alguna para el medioambiente.

Existe, además, munición FX **no marcadora**, que permite al usuario sentir el impacto, pero sin la consiguiente marca. En este caso, su alcance se ve reducido a 10m. en 5.56 x 45mm y a 5m. en 9mm. Esto se debe a que la bala no contiene peso en su interior. La solución que aportamos a los representantes de General Dynamics fue incluir agua, u otro tipo de pigmento incoloro, lo que aportaría peso y mantendría el alcance en este tipo de munición, a lo que reaccionaron tomando notas.

Respecto a propuestas sobre el sistema, debatidas con el representante internacional de General Dynamics, y cuyas respuestas hemos recogido y analizado en las entrevistas (véase Anexo C – General Dynamics):

- Munición recargable: el usuario no puede recargar la munición para abaratar costes, lo que consideramos un error. El sistema sabot es perforado e inutilizado tras su empleo, por lo que no es posible reutilizar el cartucho, siendo más caro incluso llevar a cabo la recarga que comprar munición nueva. (Pregunta nº6).
- Munición con alcances mayores: el empleo en tiradores de precisión sería realmente útil, para lo cual, sería preciso mayores alcances. Pero aplicar el kit de conversión a este tipo de armas es difícil, y todavía se está trabajando en ello. (Pregunta nº5).

2.2 Funcionamiento

Sustituyendo ciertas partes del mecanismo del fusil y pistola, podremos emplear esta munición que se asemeja a la munición real, con efectos similares a esta, pero obviamente, con daño nulo sobre el individuo, aproximando lo máximo posible la instrucción al combate real.



Figuras 2.19 y 2.20 Kits conversión SIMUNITION. Fusil HKG36 y Pistola HK USP Standard
(Fuente: Elaboración propia)

Dependiendo del tipo de arma, existen diferentes kits de conversión. Principalmente suelen cambiar el cierre (como es el caso del fusil HK G36), o cañón y cierre (como es el caso de la pistola HK USP Compact).

El funcionamiento que explicamos a continuación corresponde al cartucho del calibre 5.56mm (véase Anexo D)

1. La aguja percutora del kit de conversión impacta en el pistón del cartucho, con la consiguiente deflagración de la pólvora y la producción de gases.
2. Una pequeña porción de estos gases, a través de un orificio longitudinal en el sabot, empujan al proyectil a través del cañón. La otra gran parte de los gases, para permitir el funcionamiento semiautomático del arma, hacen que el sabot (el cual hace tope en la recámara del cañón) empuje el cierre hacia atrás
3. La inercia del sabot, empuja el cierre, extrayendo el cartucho e introduciendo otro en la recámara.

La particularidad de este sistema es que cambia totalmente el funcionamiento combinado del fusil. En este caso, la inercia que produce el sabot hacia atrás, es la que empuja al cierre, dándole ese carácter semiautomático. Mientras que el funcionamiento del fusil real, empuja al cierre por medio de la toma de gases, extrayendo la vaina de un tirón, y no siendo esta la que empuje al cierre atrás como es el caso del sistema SIMUNITION.

Hay una evidente diferencia con el cierre del fusil real HK G36 la cual hemos sometido a estudio. Cuando la aguja percutora impacta en el cartucho y este detona, los gases empujan al cierre, pero la cabeza del mismo se mantiene inmóvil cogiendo la vaina por el culote, y siendo el cierre el que se separa, en un primer momento tanto de la cabeza como de la vaina. Tras un tirón seco, el cierre y su cabeza extraen la vaina por la ventana de expulsión, pues cuando se produce el máximo recorrido, el cierre vuelve a actuar como un conjunto. Sin embargo, el cierre SIMUNITION no presenta esta movilidad, como se puede comprobar en la *Figura 14.1*, actúa como un bloque en su conjunto, y con la cabeza del cierre fija, es decir no se desplaza. Posteriormente, en el momento de la detonación del cartucho, es el propio sabot, como ya hemos explicado, el que da ese movimiento al conjunto del cierre, y no la propia cabeza la que lo empuja.



Figuras 2.21 y 2.22. Cierre SIMUNITION (izquierda) frente a cierre original del fusil HK G36 (Fuente: www.aasias.com y Manual Técnico HK G36 del MADOC)

Además, los kits de conversión poseen un punto fuerte respecto a otros sistemas de simulación: su montaje es extremadamente sencillo. En nuestro armamento, es suficiente la sustitución del cierre real, por el cierre SIMUNITION, lo que reduce los tiempos de preparación de los ejercicios. Otros sistemas, como el MILES, requiere de un complejo montaje, calibración y prueba de sensores, por ejemplo [6].

2.3 Medidas de seguridad

A continuación, mostramos un breve análisis de las tres áreas de seguridad del sistema:

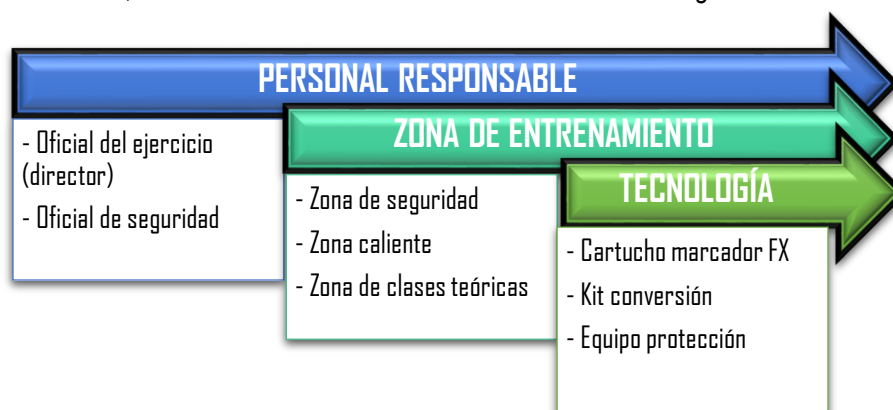


Figura 2.23. Áreas de seguridad del Sistema SIMUNITION (Fuente: Elaboración propia)

2.3.1 Tecnología

Las medidas de seguridad que adopta el propio sistema para garantizar el empleo del mismo sin daños en el individuo.

1. **Cartuchos SIMUNITION:** Permite reducir la cantidad de pólvora, con la consiguiente reducción del ruido en el disparo (evita daños auditivos), y la salida de gases por el cañón es mínima (no produce quemaduras en caso de disparo accidental a corta distancia).
2. **Kit de conversión:** Diseñado explícitamente para trabajar solo con munición SIMUNITION, la cual tiene un diámetro ligeramente menor tanto en el culote de la vaina como en la cabeza del cierre. De esta forma imposibilita el empleo de munición real (no entra).
3. **Equipo de protección:** Fundamental el empleo de gafas balísticas, máscara y protección genital, que es diferente en caso de hombres o mujeres, para favorecer la comodidad del usuario. El resto de protección corporal es opcional, pues los efectos sobre la piel sin protección, aun a corta distancia, no van más allá de un hematoma. El propio equipo de combate del ET es suficiente, a falta de una máscara que cubra la cara. Las gafas ESS, así como el casco, y el chaleco anti fragmentos con todos sus elementos, son suficientes.



Figura 2.24 y 2.25 Resultado del impacto de la munición sobre máscara de protección (izquierda) y sobre piel con ausencia de protección por debajo de la distancia de seguridad recomendada(derecha) (Fuente: Elaboración propia)

2.3.2 Personal responsable

Con el fin de establecer entrenamientos seguros, enfocados a personal con poca o nula experiencia con el sistema SIMUNITION, consideramos indispensable la presencia de dos responsables:

- **Oficial director del entrenamiento:** Encargado de dirigir, planear, coordinar los ejercicios antes y durante el mismo, así como llevar a cabo un juicio crítico tras su finalización.
- **Oficial de seguridad:** Encargado de supervisar durante todo momento que se cumplan las medidas de seguridad en el ejercicio, relativas a correcto empleo de los equipos de protección, distancias de seguridad, etc...

Además, con el fin de optimizar el uso del sistema, es conveniente la presencia de: enemigo, combatientes que realizan el ejercicio, otro personal (cámara, médicos, etc.).

2.3.3 Zona de entrenamiento

Aquí describiremos las diferentes zonas que hemos identificado, y cuyo conocimiento consideramos necesario para mantener la seguridad en su empleo.

1. **Zona de clases teóricas:** Libre de fuego, donde los usuarios recibirán todos los conocimientos, medidas de seguridad y explicación de los ejercicios. Prohibido hacer fuego en su interior.
2. **Zona caliente:** Aquella donde se va a realizar el ejercicio. Debe existir un perímetro de al menos 100m. donde el personal debe mantener en todo momento la protección facial, ocular y genital.
3. **Zona de seguridad:** Aquella situada a más de 100m. sobre el núcleo donde se desarrollan los ejercicios, por lo que no es necesario mantener la protección completa, aunque sí ocular. A estas distancias los proyectiles ya no son peligrosos debido a la pérdida de fuerza con la que llegan.

Munición	Distancia mínima de seguridad
5.56 x 45mm Marcador FX	1-2m.
9mm Marcador FX	30cm.
*Distancias recomendadas, por debajo de las cuales los proyectiles producen dolor y daños variables dependiendo de la zona de impacto. Por encima de estas marcas, el impacto es seguro y no produce daños importantes con el empleo de las medidas de protección descritas.	

Tabla 2.4 Distancias mínimas de seguridad recomendadas. (Fuente: Elaboración propia)

Como podemos comprobar en la Figura 2.25, el resultado de un impacto por debajo de la distancia mínima de seguridad supone simplemente un hematoma en aquellas zonas no protegidas. Por lo que, en una situación de estrés en combate simulado, que lleve a saltarse accidentalmente esta medida de seguridad, no supondría un daño grave sobre el individuo siempre que cuente con la protección visual, facial y genital recomendada.

A continuación, en la Figura 2.26 mostramos la matriz de probabilidad de impacto, resultado del análisis de riesgos identificados, pudiendo encontrar la codificación de esta en el Anexo E. En ella podemos comprobar la magnitud de cada riesgo identificado, y el número total de los mismos. Hemos identificado 10 riesgos potenciales de los cuales, dos de ellos son riesgos de bajo impacto, dos de impacto medio, cinco de impacto medio-alto y finalmente un riesgo de impacto alto. Describimos en detalle este análisis de riesgos en el citado anexo. Los riesgos han sido clasificados según la gravedad de sus consecuencias, bajo nuestro propio criterio y mediante discusión con personal experto del regimiento.

Matriz riesgos proyecto

Probabilidad	3	1	3	1
	2	0	1	2
	1	2	0	0
		Low	Medium	High
		Impacto		

Figura 2.26 Matriz de probabilidad de impacto (Fuente: Análisis de riesgos del Anexo E)

De estos riesgos identificados, describimos a continuación, aquellos que hemos identificado como riesgos medio-alto y riesgos alto, por ser los que suponen un mayor impacto. Los cinco riesgos medios – altos identificados son los siguientes: introducción de un cartucho real en arma SIMUNITION, lo cual se ha solventado reduciendo ligeramente el diámetro de la munición simulada. Impacto en cara o boca de un usuario, pudiendo causar daños considerables. Se elimina este riesgo con el empleo de protecciones. Impacto en los genitales, como en el caso anterior, eliminable con las protecciones correspondientes. Impacto sobre un usuario por debajo de la distancia mínima de seguridad, como hemos demostrado en las pruebas, el resultado del mismo en zonas generales del cuerpo (a excepción de zonas sensibles) no supondría daños importantes. Detonar un cartucho próximo al oído de otro usuario, pudiendo causar daños auditivos. Como hemos comprobado, estos cartuchos reducen casi el triple su sonido, aun así, la protección auditiva sería suficiente para eliminar este riesgo.

Finalmente, el único riesgo alto que hemos detectado es un impacto en los ojos, considerándolo la zona más sensible del cuerpo, pudiendo incluso causar ceguera permanente dependiendo de la distancia a la que se efectúe el impacto. El empleo siempre, en cualquier entorno, y a cualquier distancia, de las gafas de protección será suficiente para eliminar este riesgo.

2.4 Rendimiento cognitivo en el combatiente

Los combatientes experimentan una serie de cambios tanto físicos como psicológicos en respuesta a los incidentes críticos de la batalla. Estos cambios incluyen: aumento de la frecuencia cardíaca, deterioro de la habilidad motora, exclusión auditiva, visión en túnel, aumento de la presión arterial o pérdida de memoria, entre otros [7 y 8].

El estado de “piloto automático” es aquel en el que el cerebro decide ahorrar energía en el desarrollo de acciones más habituales. Nos acostumbramos a realizar ciertas actividades a las que ya no prestamos demasiada atención porque se han convertido en algo común: conducir de nuestra casa al trabajo o caminar

por la calle, son acciones que llevamos haciendo mucho tiempo y ya no nos preocupan. Conseguir que las condiciones del combate sean incorporadas en nuestro interior de esta manera, es posible única y exclusivamente con ejercicios que nos habitúen a ello [9].

Las Fortalezas Psicológicas Operativo-Militares (FPOM) son aquellas que permiten formar combatientes mentalmente preparados y que actuarán con eficacia en el combate. La base de la instrucción del militar consiste en aprender técnicas, tácticas y procedimientos concretos, y a la vez se trabajan estas fortalezas mentales (adaptación a los cambios, adaptación a ambientes críticos, adaptación a situaciones de riesgo, resistencia mental a la dureza física, tolerancia a la frustración, etc.). Si bien estas habilidades deben ser practicadas en ejercicios puntuales o en la propia instrucción diaria bajo factores que produzcan un estrés significativo e impidan al soldado llevarlas a cabo como en una situación normal, ausente de estos factores. Es así como favorecemos los mecanismos de adaptación que deben regir el carácter de los buenos combatientes. Aunque también es vital analizar los errores, y permitir que sean ellos mismos quienes los superen, obteniendo esa sensación de seguridad y autoeficacia. Es aquí donde vemos claramente como el sistema SIMUNITION cumple con todas estas exigencias [10].

Una ventaja que ofrece el sistema, es la puesta en escena de diferentes técnicas, con el objetivo de determinar cuál es más eficaz para el individuo, interiorizando únicamente esa técnica, y siendo la que utilicemos siempre. Poder elegir entre varias opciones lleva tiempo, y cuanto mayor sea el abanico de decisión más grande será el tiempo de reacción. Por ello, elegir una técnica y dominarla es fundamental para obtener una respuesta automática y efectiva [11 y 12].

2.5 Escenarios y posibilidades

A continuación, proponemos aquellos escenarios donde se obtiene el máximo partido a este sistema de simulación:

- ❖ **Distancias cortas**, es decir, lugares donde la distancia de enfrentamiento con el enemigo es relativamente corta (de 1m. hasta 25m.): ambiente urbano como edificios, habitaciones, pasillos y calles, desde el interior de un vehículo o simulando ataques en check-point desde vehículo (coches, motos, barcos, aviones) así como calles en ambientes diurnos y nocturnos.
- ❖ **Distancias "largas"**. Posibles escenarios que no se corresponden con las distancias propias del combate urbano, si no con distancias normalmente empleadas en combate convencional. Aprovechando el alcance máximo de la munición, podría ser útil: asalto final a posiciones defensivas (50m.), combate próximo en zonas boscosas y ambiente nocturno. Como es evidente,

por la noche las distancias para detectar e identificar al enemigo son menores, lo que permitiría entrenar fuego real en ausencia de la luz diurna (algo que nunca se realiza).

Algunos factores de SIMUNITION que aportan realismo al ejercicio, y que son propios del combate, aunque pocas veces los entrenamos, son los siguientes:

- Interrupción del arma y solventarla uno mismo, sin pausas, para continuar el combate.
- Retroceso y sonido similares al real, acostumbrando la mente a estos estímulos.
- Emplear armas con las que desplegamos en teatro de operaciones, acostumbrándonos al empleo de las mismas y sus sistemas de accionamiento o seguridad.
- Percibir el impacto, aprendiendo por fallo y corrección. Por ejemplo, si me asomo bruscamente a una esquina y me alcanzan, mi mente acabará reaccionando al estímulo y aprendiendo del error.
- Implementar ejercicios con heridos reales. La munición marcadora nos permite determinar dónde ha sido el impacto, actuando según la herida: torniquetes, evacuación de heridos o incluso tratando bajas.

Un análisis DAFO nos ha permitido recoger las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que hemos identificado sobre el sistema.



Figura 2.27. Resultados del análisis DAFO del sistema SIMUNITION (Fuente: Elaboración propia)

3. PROCESO DE ENTRENAMIENTO

Hemos cuestionado la necesidad tanto legal como práctica de exigir un curso o certificación para el empleo del sistema. En las entrevistas realizadas a los responsables (véase Anexo C - General Dynamics, pregunta nº3 y EXCOPESA 2000, pregunta nº 8), ponen de manifiesto que no es necesario un curso para emplear SIMUNITION, cualquier persona que conozca el funcionamiento del arma real en cuestión, está capacitado para emplear el sistema. No obstante, añaden la recomendación de impartir un pequeño curso tanto al personal instructor como a los futuros usuarios del sistema, cumpliendo así la filosofía *train the trainers*, es decir, entrenar a los entrenadores

Como resultado del desconocimiento existente sobre sistema estudiado durante la investigación plasmada en esta memoria, en el actual capítulo proponemos un proceso de entrenamiento o curso informativo-formativo.

3.1 Train the trainers

En primer lugar, la evidente necesidad de que el personal instructor conozca el sistema y pueda dirigir ejercicios con él, ha dado lugar a preocuparnos por la ausencia de un curso o certificación oficial para ello. Partiendo del inicio de un centro de rendimiento o enseñanza SIMUNITION en MADOC (Mando de Adiestramiento y Doctrina del ET), especializados en el sistema, que permitiera formar a estos entrenadores ubicados en sus respectivas unidades.

A continuación, presentamos un modelo de curso SIMUNITION que aportaría los conocimientos básicos sobre el sistema a los futuros entrenadores. Su duración estimada es de una jornada y media:

- Sesión 1: Introducción teórico – práctica al sistema.

En primer lugar, explicar el funcionamiento del sistema, tanto del cierre y mecanismo, como de los propios cartuchos, con el objetivo de comprender su forma de accionamiento, sus posibilidades, limitaciones y características. El objeto es que el usuario comprenda qué empleo puede darle, según su alcance, por ejemplo.

A continuación, por medio de una demostración práctica, proceder al montaje y desmontaje del kit de conversión, mostrando así la facilidad de modificar el armamento y su rapidez, antes de iniciar los ejercicios de simulación FX.

Como parte fundamental de esta introducción, sería necesario hacer hincapié en las medidas de seguridad. Finalizando esta primera sesión con aproximadamente 10 disparos por usuario, y por arma (pistola y fusil), sobre blancos donde apreciar los efectos de las municiones marcadoras FX y no marcadora. Terminar con un disparo sobre el propio usuario sin protección, y sobre la parte posterior del torso, a una distancia de 5m., comprobando así los efectos de la misma y la sensación de dolor causada.

Tras realizar un examen teórico, y obteniendo un resultado superior al 70% de respuestas contestadas correctamente, se daría paso a la siguiente sesión.

- Sesión 2: Ejercicio real FX.

En esta sesión, se procedería a la realización de un ejercicio FX. En el caso del RI "Príncipe" nº3, el aula de iniciación para combate en zonas urbanizadas sería lo ideal. No obstante, cualquier instalación con características similares sería válida.

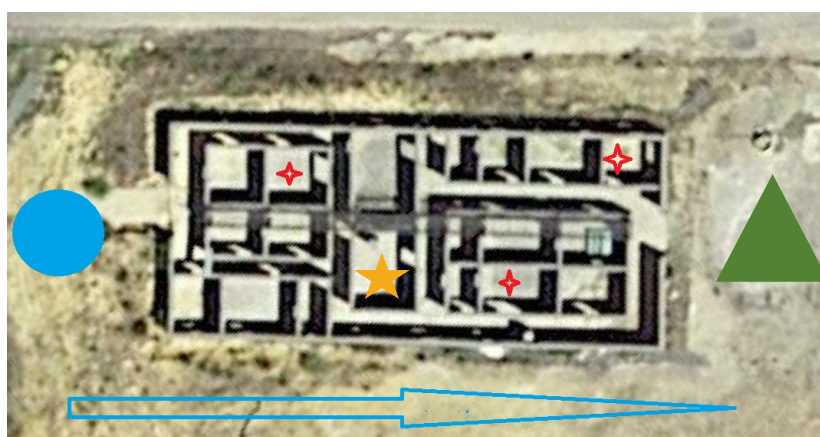


Figura 3.1 Ejemplo de ejercicio real con sistema de simulación SIMUNITION. Aula de iniciación del Acto. Cabo Noval, Siero.

(Fuente: Elaboración propia)

En él, un grupo de máximo 8 personas (podría ser necesario realizar dos grupos) iniciaría el ejercicio en la zona neutra (círculo azul) siguiendo el eje de progresión hasta alcanzar la zona de final de ejercicio (triángulo verde). Dentro de la zona, se encontrarían tres enemigos (estrellas rojas) en habitaciones distintas, y un rehén (estrella amarilla). El objetivo es alcanzar la zona de final de ejercicio con el rehén ileso, y con un número de bajas inferior al 25%, teniendo en cuenta que un impacto sobre torso o cabeza, o bien dos o más impactos sobre las extremidades, suponen la baja inmediata.

Tras finalizar con éxito ambas sesiones, y alcanzando los objetivos de ambas, se emitiría certificación con reconocimiento nacional por parte del ET, capacitando al individuo a ejercer como oficial director del entrenamiento y oficial de seguridad donde se decida emplear el sistema SIMUNITION.

3.2 Entrenamientos SIMUNITION del combatiente

Los ejercicios realizados con este sistema de simulación deben ser exactamente iguales a aquellos ejercicios que las unidades realizan en su día a día, y con los que se instruyen en sus diferentes tácticas, técnicas y procedimientos. Dado que se empleará el mismo arma y equipo, es conveniente aclarar ciertas pautas a seguir, las cuales, no son habituales para los combatientes de unidades convencionales:

- Las interrupciones, cambios de cargador por falta de munición o demás incidencias relativas al armamento, deberán solventarse como en una situación real, ya que es una de las principales ventajas que ofrece el sistema.
- El impacto del proyectil, causará dolor y marcará (en caso de la munición marcadora FX), la zona alcanzada, por ello cada impacto será tratado como un disparo real, requiriendo cuidados TCCC, evacuaciones u otros procedimientos.
- Todos los ejercicios deben ser grabados, lo que permitirá analizar los errores al finalizarlo, e identificar los fallos o aspectos a mejorar, ofreciendo un feedback a los usuarios.
- SIMUNITION debe ser empleado tras una fase de instrucción avanzada, donde los combatientes ya hayan adquirido las destrezas y técnicas necesarias para llevar a cabo los ejercicios. Se recomienda el empleo del sistema como test final de aquellos módulos que se realicen.

En una primera sesión, será necesario que los instructores expliquen principalmente las medidas de seguridad que deben adoptar en todo momento y cuyo incumplimiento supondrá la expulsión del ejercicio. El mantenimiento de las prendas de protección, cómo deben actuar si son alcanzados o las distancias mínimas de seguridad que se deben cumplir en todo momento. Tras estas explicaciones, podrán comenzar los ejercicios. Será responsable el instructor de la unidad o jefe, de planificar, coordinar y ejecutar aquellos ejercicios que considere necesario para llevar a cabo una evaluación de sus combatientes con el objetivo de determinar las carencias, fallos o errores y aspectos a mejorar, poniendo en práctica aquellas técnicas o procedimientos que normalmente suelen emplear pero que difícilmente se pueden evaluar de forma eficaz.

A continuación, se proponen tres sesiones de entrenamiento, como test final evaluativo de las diferentes fases de instrucción que realizan las unidades, sirviendo de inspiración a los instructores certificados de SIMUNITION.

- **Nivel principiante:** Este ejercicio está enfocado a aquel personal con niveles de instrucción en combate más bajos. Con las condiciones anteriormente citadas, el pelotón o grupo, deberá patrullar por una calle observando las posibles amenazas que puedan surgir, reaccionando, en su caso, con los procedimientos que han sido enseñados previamente por los jefes de unidad. En aquellas zonas que

imponga una pequeña dificultad, ya sean cruces, curvas con poca visibilidad, o zonas elevadas sobre la patrulla, se abrirá fuego sobre uno de los individuos, buscando la reacción de todos ellos en consonancia con la acción recibida.

- **Nivel intermedio:** En este ejercicio se busca enfocar el empleo del sistema con personal que tenga ya cierta experiencia en instrucción de combate, con un nivel intermedio, incrementando el nivel de dificultad tras haber superado con éxito, bajo criterio del instructor, el anterior ejercicio.

En él, la patrulla deberá avanzar, como en el caso anterior, por una calle, observando las posibles amenazas. A lo largo de ella, se les presentará una incidencia similar a la anterior, que deberán neutralizar para proseguir el avance hasta la edificación designada, que deberán limpiar y asegurar. En ella, se encontrarán con un civil sobre el que no deberán abrir fuego y un enemigo que deberán abatir. Tras finalizar el ejercicio, se comprobará si ha habido fuego amigo, y si se ha impacto sobre los enemigos.



Figura 3.2 Ejemplo de ejercicio real con SIMUNITION. Nivel Intermedio. Instalaciones de combate en población "La Torina", Acto. Cabo Noval (Siero) (Fuente: Elaboración propia)

- **Nivel experto:** Los usuarios experimentados, con niveles de instrucción óptimos, que hayan superado con éxito (bajo criterio del instructor) los anteriores ejercicios, procederán con este. En él, bajo las condiciones expuestas en el actual apartado, realizarán un ejercicio similar al descrito en la Figura 3.1 del anterior apartado. En él, tres enemigos se distribuirán por el interior de una edificación, debiendo ser abatidos o reducidos en su totalidad, encontrar al civil, y extraerlo ileso.

4. COMPARATIVA DE LOS SISTEMAS DE SIMULACIÓN

Durante este capítulo desarrollaremos una comparativa a diferentes niveles entre los sistemas de simulación que el ET ya tiene implementados en las unidades y el sistema SIMUNITION.

4.1 Otros sistemas

A continuación, presentamos los sistemas de simulación que actualmente emplea el ET. Haremos referencia a datos de las encuestas realizadas a la Cía. “Pantera” del Bon. Toledo principalmente, sumando así 100 encuestados, y encontrándose en el Anexo B, con las que hemos tratado de determinar cuáles son aquellos sistemas más empleados en las unidades, y cuál es su utilidad según el criterio de los propios usuarios, de los cuales, un 63% han preferido SIMUNITION frente a estos sistemas.

4.1.1 Sistema MILES

Multiple integrated laser engagement system, también conocido como MILES, es un sistema que se basa en el empleo de lanzadores láser, sensores y munición de fogeo para recrear un ambiente de combate real.



Figura 4.1 Práctica con simulador combate MILES (Fuente: BRIPAC, ejército MDE)

Se compone de un lanzador láser instalado en la parte delantera del cañón, receptores de señal con baterías integradas que deben ser acoplados en casco y chaleco, así como una pequeña pantalla que permite a cada usuario seleccionar el tipo de arma a usar, además de otras configuraciones, y desde donde recibe los avisos en caso de sufrir un impacto letal o simplemente ser herido. Asimismo, el jefe del ejercicio dispone de una consola para obtener la información del mismo y reactivar a aquellos combatientes que han sido bajas una vez finalizado el combate. Además, es necesario el empleo de munición de fogeo que accione el cierre y cuyo movimiento active el lanzador láser. Para mantener el carácter automático del arma, necesita bocacha de salvas⁴.

⁴ La bocacha de salvas consiste en una pieza que se coloca en la salida del cañón del arma (evita quemaduras en los usuarios si se producen disparos a corta distancia) y canaliza todos los gases para que empujen el cierre hacia atrás, manteniendo el carácter automático del arma.

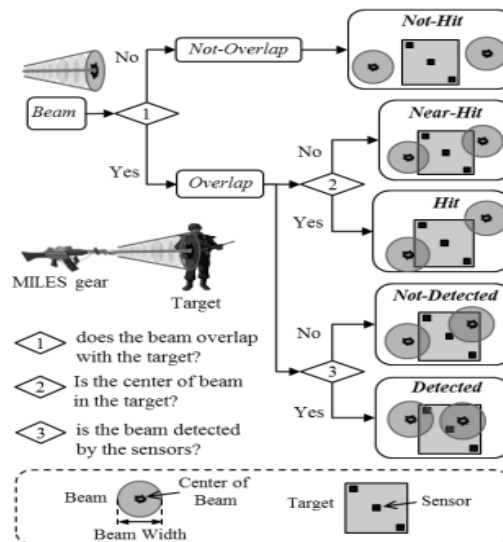


Figura 4.2 Esquema de decisión MILES

(Fuente: Dept. of Electrical Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology)

El principal problema de este sistema es la ausencia de un proyectil que impacte en el individuo. Esto impide que se cree un ambiente de tensión propio de las situaciones de combate reales, lo cual se traduce en que el individuo entrena bajo condiciones que poco tienen que ver con las situaciones en las que podrá encontrarse.

Como punto fuerte, este sistema destaca por el reducido coste de empleo, una instalación relativamente sencilla, así como un alcance que se aproxima al alcance real del arma (600m. aproximadamente), no precisando medidas de protección específica de los usuarios [13].

A pesar de que el 87% de los integrantes de III Compañía del BIP "Toledo" ya ha usado este sistema, tan solo un 21% muestra preferencia respecto a los otros sistemas de simulación (véase Anexo C).

4.1.2 Airsoft

El airsoft es otro tipo de simulación militar que surge como un "juego" de rol y entretenimiento. No obstante, debido a su popularidad, algunos ejércitos y cuerpos policiales lo han incorporado como parte de su entrenamiento. Este sistema consiste en la utilización de réplicas muy conseguidas de armas reales. Su munición son bolas de PVC de 6mm y con pesos variables de entre 0,16gr. hasta 0,45gr. Estas réplicas suelen ser accionadas por medio de gases (CO₂) o incluso muelles en aquellas menos potentes [14].

A pesar de su reducido coste de empleo y adquisición, sus desventajas son claras:

- No se emplea nuestra arma reglamentaria. A pesar de tener réplicas muy logradas, el peso del arma, el disparador, retroceso o el sonido se aproximan muy poco a la realidad.

- La munición, a pesar de alcanzar al objetivo, tiene un impacto psicológico mínimo, no deja marca, por lo que no conocemos dónde ha impactado el proyectil, y su alcance es reducido (20-80m.).

Por lo tanto, a pesar de ser un sistema accesible en cuanto recurso económico, las posibilidades de recrear un ambiente real de combate son muy reducidas, haciendo que este sistema sea poco apropiado para fases avanzadas de entrenamiento, en el que personal experimentado requiere unas condiciones que induzcan al estrés más realistas.

Las encuestas nos han mostrado que el 91% de los encuestados ya habían usado el sistema. Sin embargo, solo un 12% lo prefieren frente a otros sistemas de simulación. (véase Anexo B).

4.1.3 Victrix

El Sistema Victrix implantado en numerosas unidades del ET consiste en un sistema de simulación de combate virtual, que permite al soldado entrenar en diferentes escenarios, uso de campos de tiro con diferentes configuraciones, pudiendo ser empleado en grupo o de forma individual.



Figura 4.3 Ejercicios de instrucción en campo de tiro simulado. Sala VICTRIX (Fuente: Infodefensa)

A pesar de ser un sistema que ofrece gran seguridad para fases de instrucción iniciales, en personal con poca o ninguna experiencia, no permite interacción alguna con el entorno, haciendo que sea poco realista. De hecho, las encuestas muestran una preferencia de su uso de tan solo el 4% a pesar de ser un sistema ya usado en alguna ocasión por parte del 77% de los encuestados (véase Anexo B).

4.2. Comparación técnica

En este apartado profundizamos en la comparación de requisitos y aspectos técnicos de los tres principales sistemas de simulación que usan las unidades de infantería respecto a SIMUNITION.

En la Tabla 5 se presenta el estudio realizado, mediante técnicas de *scoring* de estos sistemas. El sistema más recomendado es el que acumula una puntuación total mayor. Puede consultarse el significado de dichas ponderaciones y su justificación en el Anexo G.

	SIMUNITION	MILES	Airsoft	VICTRIX
Realismo	2	1	-1	0
Alcance y precisión	0	0	-1	1
Tiempo de instalación	2	0	2	0
Facilidad de empleo	2	1	2	0
Operatividad	2	2	1	-1
Vida útil	1	2	-1	2
Movilidad	2	2	2	-1
Seguridad	1	2	2	2
Mantenimiento	2	0	2	0
Feedback	2	1	0	2
Variedad ejercicios	2	2	2	1
TOTAL	18	13	10	6

Tabla 4.1. Resumen de los resultados obtenidos con las técnicas de *scoring* sobre los cuatro sistemas sometidos a análisis.
(Fuente: Elaboración propia)

Como podemos observar, el resultado mediante las técnicas comparativas que hemos empleado nos muestra la superioridad técnica del sistema SIMUNITION frente a sus competidores. La mayor ventaja es sin duda el realismo que ofrece el sistema, que está muy por encima del resto, a pesar de que su alcance no se asemeja al del arma real, sí permite alcanzar objetivos en combate próximo con total precisión, sintiendo con suficiente dolor el impacto, y marcando la zona alcanzada.

Respecto a la movilidad, es evidente que los sistemas de simulación virtuales no pueden competir con la simulación en vivo en este aspecto, por razones evidentes, y su restricción de empleo en aulas adaptadas para ello. La seguridad de todos los sistemas es óptima, siempre y cuando se usen medidas de protección adecuada. Debido a la potencia de los impactos SIMUNITION presenta cierto riesgo para el personal que no emplee las medidas de protección aconsejadas.

Factores como el mantenimiento, la facilidad de uso o el tiempo que conlleva su instalación, demuestran ser resultados muy positivos para la instrucción diaria de las unidades, pues permite estar listo en poco tiempo, no necesita explicaciones profundas de uso y su limpieza es muy sencilla y a nivel usuario. Todo ello se debe a su adaptación total a las armas reales, a su funcionamiento y al resto de medidas de seguridad o empleo [15].

4.3 Análisis económico

En el actual capítulo, procedemos a realizar un análisis sobre la viabilidad económica de implantar este sistema en las unidades del ET, a través de una comparativa de precios y presupuestos con el resto de sistemas. Debemos aclarar que, en el presente análisis económico, nos centraremos en la adquisición y costes de los sistemas para dotar a una pequeña unidad tipo pelotón, compuesta por ocho combatientes y su jefe. Así, hemos obtenido o extrapolado todos los costes y presupuestos de los sistemas analizados a un total de nueve personas.

El sistema SIMUNITION tendría un coste inicial, relativo a la adquisición de los kits de conversión, prendas de protección y munición inicial. Su único coste de mantenimiento consistiría en la reposición de la munición especial que emplea, pues el mantenimiento del kit es el mismo que el usuario debe dar a su fusil y pistola habitualmente, no precisando un mantenimiento específico.

Hasta el actual año, dotar a un pelotón del sistema SIMUNITION con 9 kits de conversión para fusil HK G36, 9 máscaras de protección y 4.000 cartuchos⁵ podría alcanzar un coste de 15.655€ + IVA (véase anexo F, presupuesto nº1). No obstante, la política del nuevo distribuidor, y los precios ofertados cuya idea inicial nos ofrecieron en las entrevistas realizadas (véase Anexo C - Excopesa), nos permitirían obtener este mismo equipo por un coste de 12.082€ + IVA (véase Anexo F, presupuesto nº2), como vemos reflejado en la tabla 8. Si bien los precios de las municiones son superiores al precio inicial que tenían pensado ofertar, tal y como recogemos en las entrevistas. Aún así, mantiene un coste inferior a su predecesor.

Como conclusión de este análisis vemos que, los costes de adquisición no son elevados en comparación con el resto de sistemas. Sin embargo, deberíamos mantener un coste anual de reposición de munición que, aunque superase los 4.000€ anuales, deberían pasar aproximadamente 10 años para igualar al coste inicial del sistema MILES o 50 años para igualar la sala VICTRIX. En el anexo F, presupuestos MILES, podemos comprobar que en los 10 últimos años el ET ha gastado 6M€ en adquisición del sistema y 1M€ en mantenimiento del mismo, siendo SIMUNITION 4 veces más barato. Tras conocer las ventajas y posibilidades que nos ofrece SIMUNITION, el coste se torna totalmente viable, más aún si lo comparamos con el precio de mantenimiento y adquisición del resto de sistema, presentes ya en numerosas unidades del ET.

⁵ Cantidad inicial que permite dotar a cada combatiente con 440 cartuchos. Suficiente para realizar, al menos, 15 ejercicios con 30 cartuchos cada uno.

Artículo	Kit HK G36	Kit HK USP Standard	Munición 5.56 x 45mm	Munición 9mm
Imagen				
Especificaciones	Kit de conversión fusil HK G36 compuesto únicamente por cierre fijo	Kit de conversión pistola HK USP Standard. Cañón y corredera	Munición marcadora FX 5.56 x 45mm OTAN de diferentes colores	Munición marcadora FX 9mm PARABELLUM de diferentes colores
Precio	683 €	805 €	1,21 €	0,89€

Tabla 6. Costes unitarios de los productos de interés
(Fuente: Elaboración propia a través presupuestos de distribuidora española)

Equipo SIMUNITION	Precio / Unidad	Unidades	Total
Kit de conversión HK G36	683€	9	6.147€
Munición 5.56 x 45mm	1,216€	4.000	4.864€
Máscara protección	119€	9	1.071€
	TOTAL PRESUPUESTO A		12.082€ + IVA
Equipo MILES	Precio / Unidad	Unidades	Total
Kit HK G36	5.500€	9	49.500€
Brocal de salvas	138,25€	9	1.244,25€
Munición fogeo [*]	0,26€	4.000	1.040€
	TOTAL PRESUPUESTO B		51.784,25€ + IVA
Equipo Airsoft	Precio / Unidad	Unidades	Total
Fusiles HK G36 E	138,25€	9	1.244,25€
Munición airsoft	0,003792€	4000	15,168€
Gafas protección	5,3325€	9	47,9925€
	TOTAL PRESUPUESTO C		1.307,41€ + IVA
Equipo VICTRIX	Precio / Unidad	Unidades	Total
Sala simulación	266.748,21€	1	266.748,21€
	TOTAL PRESUPUESTO D		266.748,21€ + IVA

Tabla 7. Presupuestos de los diferentes sistemas de simulación para dotar a unidad tipo pelotón
(Fuente: Elaboración propia a partir de los diferentes presupuestos obtenidos)

5. CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS

El estudio realizado durante las prácticas externas, y cuyos resultados han sido reflejados en la presente memoria, nos han permitido obtener las conclusiones que a continuación mostramos:

El pasado reciente nos ha demostrado el peligro de los ejercicios de fuego real con personal que quizás, no poseía un alto grado de instrucción, traducándose en muertes accidentales en los mismos. El sistema SIMUNITION resuelve el conflicto, ofreciendo unos niveles de seguridad y realismo que no son alcanzables con otros simuladores de combate.

El realismo de los ejercicios puede ser tal, como alcance la imaginación de los instructores, permitiendo afrontar situaciones críticas con altos puntos de estrés, permitiendo al individuo que, dado el caso, en una situación de combate real, los sucesos le sean familiares y haya interiorizado las tácticas, técnicas y procedimientos entrenados, actuando en piloto automático [15].

A diferencia de todos los ejercicios en los que se emplee munición real, no es necesario la presencia de personal sanitario, parabalas, solicitud de campos de tiro u otras medidas de seguridad, ofreciendo una fácil y rápida planificación y ejecución de los ejercicios. El tiempo para la instrucción es limitado en el día a día de las unidades, y como hemos podido comprobar, el sistema nos permite entrar en eficacia en pocos minutos y en cualquier entorno.

Su comparación respecto a simuladores virtuales es evidentemente superior. Primero respecto a su coste, siendo mucho más económico, y segundo por las posibilidades que ofrece. Correr, saltar, poner a cubierto o proteger a los compañeros son algunas de las acciones que podemos llevar a cabo en los ejercicios. Su superioridad respecto a los simuladores en vivo ya empleados como el airsoft o el sistema MILES ha quedado demostrada.

Entrenar con este sistema reduce los costes a corto y largo plazo. Este estudio nos ha permitido demostrar que el sistema SIMUNITION ofrece una nueva visión de instrucción operativa. Fácil y rápido de montar, mismo armamento que el que habitualmente emplean los soldados, la larga vida útil y fácil mantenimiento del sistema o incluso el sonido y retroceso del armamento que hace aproximar la instrucción a la realidad, hace de este sistema una forma de instrucción ideal para todos los niveles, desde los más básicos a aquellos escenarios tácticos más complejos.

Todo lo que aquí hemos reflejado, ya ha sido puesto en consideración por otros países aliados como Estados Unidos, mostrando unos resultados más que satisfactorios en su instrucción. Por lo que, las líneas futuras que se esperan son la pronta adquisición e inversión en estos sistemas en todas las unidades.

6. BIBLIOGRAFÍA

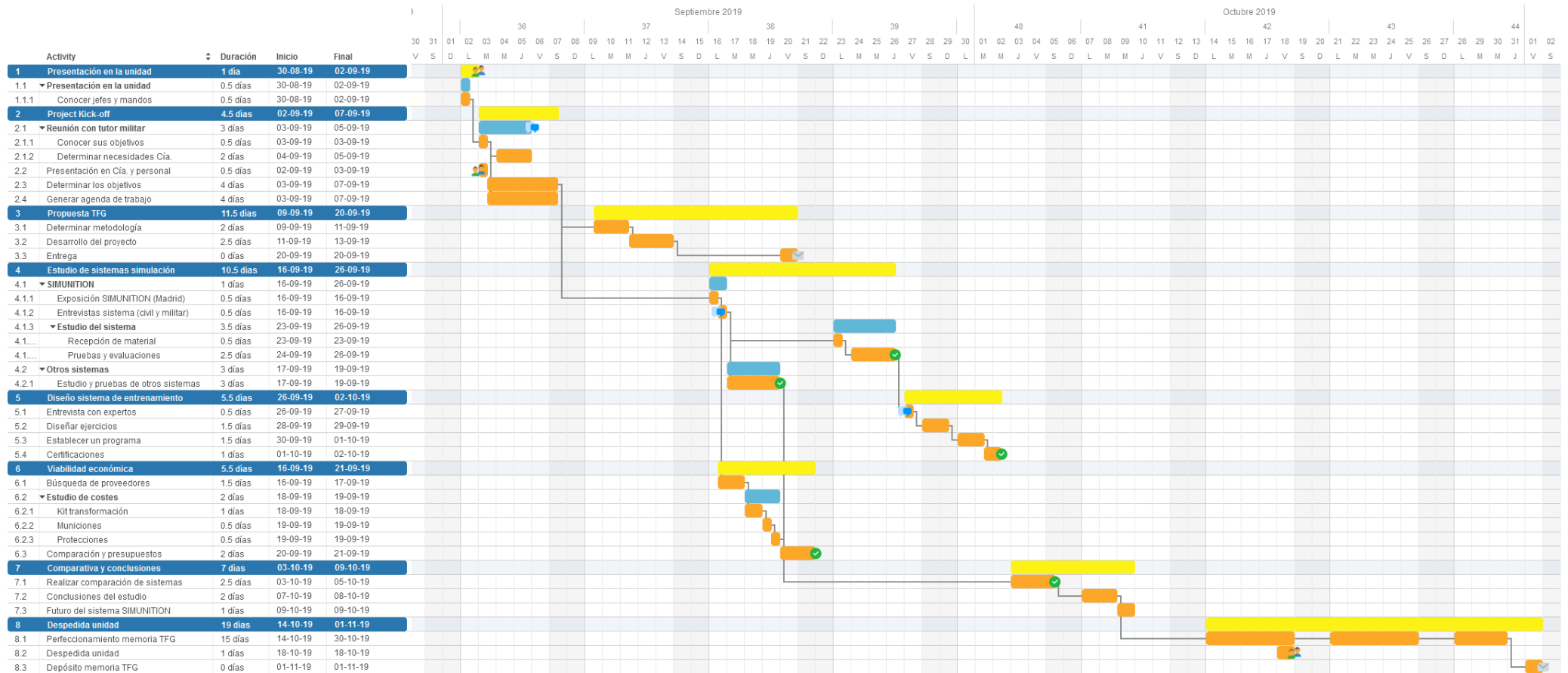
- [1] *Doctrina para el empleo de las FAS*. MINISTERIO DE DEFENSA, 2018.
- [2] D. ESCOBAR BARRÓN (2012), "Comportamiento bajo estrés", *hdsdesarrollomexico*. [Online]. URL: <https://hdsdesarrollomexico.wordpress.com/2012/11/29/comportamiento-bajo-estres/>. Accedido: 08 Octubre, 2019.
- [3] Col. MARTIN LLAMAS, "La simulación en el ámbito del Ejército de Tierra", 2018. [Online]. URL: <https://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/Lists/Publicaciones/Attachments/224/06%20COR%20JOSE%20MARTIN%20LLAMAS%20-%20MADOC%20ET%20-%20SIMULACION-ET.pdf>. Accedido: 09 Octubre, 2019.
- [4] TCOL. MACIÁ, G. (2017) "*Simulación constructiva en apoyo a la decisión*", [Diapositivas de PowerPoint online]. URL: <https://cemixugrmadoc.ugr.es/pages/cursoverano/seminariosimulacion/simulacionconstructivaenapoyoaladecisioncapmacia/>. Accedido: 19 Septiembre, 2019.
- [5] J. FLORES (2019), "¿Cuántos decibels puede soportar el oído humano?", *rpp.pe*. [Online]. URL: <https://vital.rpp.pe/expertos/cuantos-decibels-puede-soportar-el-oido-humano-noticia-625909>. Accedido: 29 Septiembre, 2019.
- [6] Manual de Instrucción MI6-001 (2006), tiro con fusil HK G 36 E, Tomo I: Fichas de tareas y anexos. Mando de Adiestramiento y Doctrina, Dirección de Doctrina, Orgánica y Materiales.
- [7] DRISKELL, J.E. , MULLEN, B. (1992) "Development of quantitative specifications for simulating the stress environment". Air Force Systems Command. Brooks Air Force Base, Texas.
- [8] J. TAVERNIERS, T. SMEETS, J. VAN RUYSEVELDT, J. SYROIT and J. VON GRUMBKOW (2019), *The Risk of Being Shot At: Stress, Cortisol Secretion, and Their Impact on Memory and Perceived Learning During Reality-Based Practice for Armed Officers*.
- [9] V. SABATER (2014), "Y tú, ¿te dejas llevar por el piloto automático?", *Lamenteesmaravillosa.com*. [Online]. URL: <https://lamenteesmaravillosa.com/y-tu-te-dejas-llevar-por-el-piloto-automatico/>. Accedido: 03 Octubre, 2019.
- [10] I. LOPEZ GARCA (2012), *Guía de Fortalecimiento psicológico y liderazgo*. CUARTEL GENERAL DE LA FUERZA TERRESTRE, pp. 14,15

- [11] ORNE, M. (1965). Psychological factors maximizing resistance to stress with speical reference to Hipnosis.
- [12] J. TAVERNIERS and P. DE BOECK (2013), *Human factors: The journal ergonomics society of the human factors and ergonomics society*.
- [13] CHOI, SEON HAN & CHOI, CHAMNGBEOM & KIM, TAG. (2015). *Optical engineering simulator development for efficient design of MILES gear*.
- [14] M. S. STALLER, S. KÖRNER and O. BERTRAM (2017), *Weapon System Selection in Police Use-of-Force Training: Value to Skill Transfer Categorisation Matrix*.
- [14] A. GARCÍA, (2019) "Airsoft: qué es, reglas y normas del juego y características", *Menzig.es*. [Online]. URL: <https://www.menzig.es/a/airsoft-juego-guerra-armas-que-es/>. Accedido: 07 Octubre, 2019.
- [15] GROSSMAN, D. y CHRISTENSEN, L.(2014) "Sobre el Combate: La psicología y fisiología del conflicto letal en la guerra y en la paz." Santa Cruz de Tenerife: Editorial Melusina S.L

ANEXOS

ANEXO A

DIAGRAMA DE GANTT



project: TFG David Veiga Mosquera
 date: 01/09/2019
 projectnumber: 001

Fases
 Subfases
 Procesos

Reuniones y entrevistas
 Entregas
 Presentaciones

Pruebas y evaluaciones

ANEXO B

ENCUESTAS

Encuesta sobre simulación en combate para entrenamiento táctico

NOTA: La presente encuesta ha sido realizada tomando como muestra principalmente a los componentes de la 3ª Compañía del Batallón Toledo, sumando un total de 100 individuos

Apellidos, nombre:

Empleo:

Sección:

1. ¿Cuál de los siguientes sistemas de simulación para entrenamiento táctico considera más eficaz a la hora de realizar instrucción?

- A. Sistema MILES (simulación laser)
- B. Airsoft
- C. Victrix o simulación virtual
- D. SIMUNITION (munición marcadora)

Explique porque:

2. Enumere tres ventajas y tres inconvenientes de los siguientes sistemas (si no ha utilizado alguno de ellos, no responda):

• **MILES**

Ventajas

1.

2.

3.

Inconvenientes

1.

2.

3.

- **Airsoft**

Ventajas

1.

2.

3.

Inconvenientes

1.

2.

3.

- **SIMUNITION**

Ventajas

1.

2.

3.

Inconvenientes

1.

2.

3.

- **VICTRIX**

Ventajas

1.

2.

3.

Inconvenientes

1.

2.

3.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS

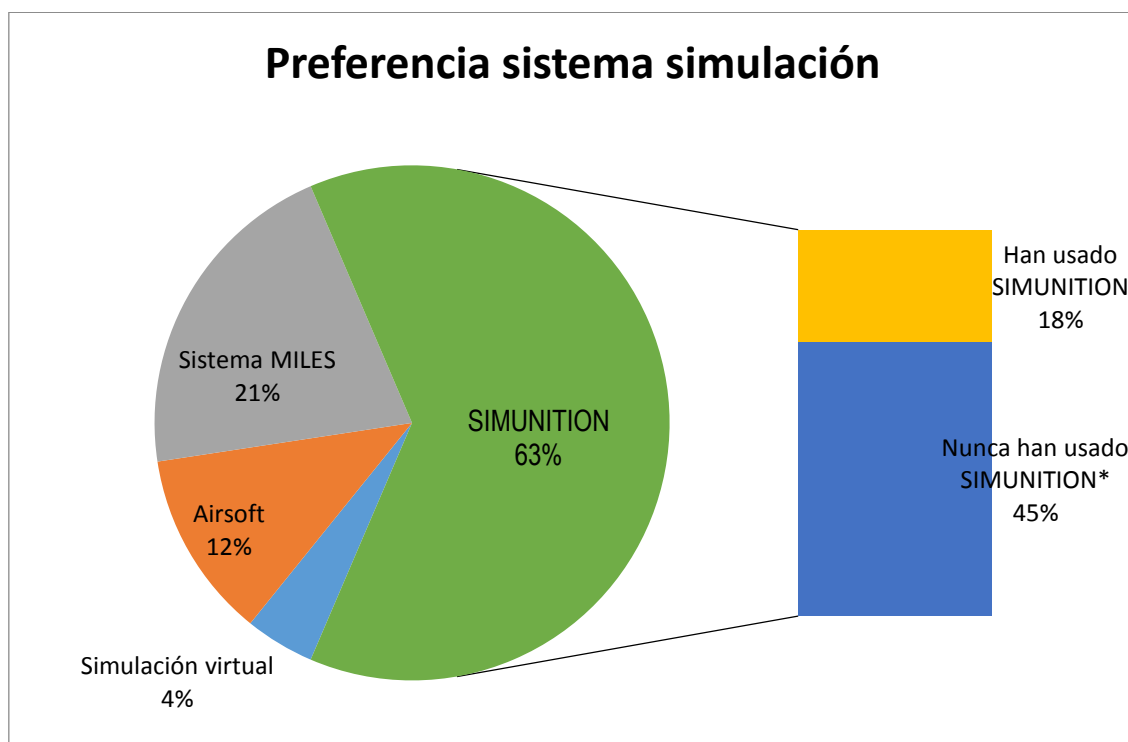


Figura B.1 Resultado gráfico de preferencias en sistema de simulación (Fuente: Elaboración propia)

***NOTA:** Aquel personal que muestra interés por el sistema SIMUNITION (63%) pero no lo han usado nunca (45%), asistieron previamente a una demostración práctica, mostrándoles el sistema y su funcionamiento.

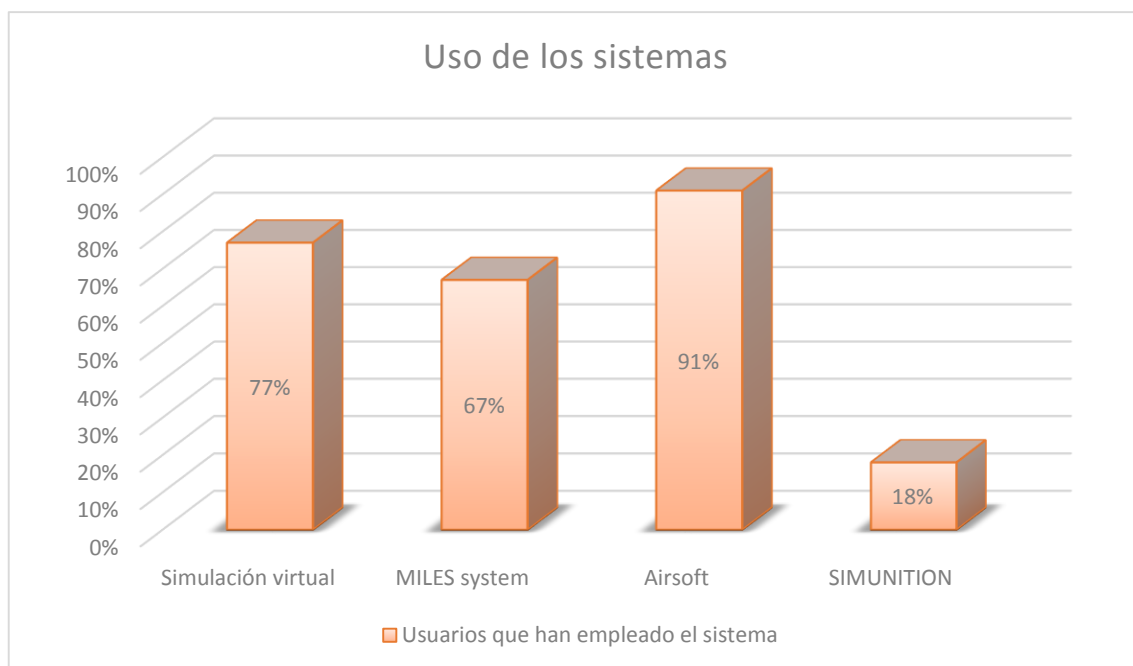


Tabla B.2 Resultado gráfico del personal que ha usado los sistemas (Fuente: Elaboración propia)

ANEXO C

ENTREVISTAS

Entrevista responsable de la empresa General Dynamics

William Sandman – Manager of Training and International Business Development Simunition Operations

1. Simunition system was invented several years ago. Why have you decided to promote it now, in Spain?

"General Dynamics has tried to promote Simunition training and system in Spain for many years. However, the previous distributor that works with us before had problems to market the product. The reason could be the price, but probably their business relationships were not effective".

2. You know that there are simulation combat systems more expensive than Simunition. Why do you considerer that Simunition system is better than others?

"I think that you are referring that Simunition is more expensive than airsoft for example, and it's true but let me talk you about big differences. First, you will have your own weapon which you are going to use in a real situation what is important get used to use it. You will have interruptions in the weapon while you are shooting so, you can train this kind of incidents which appear in the real combat. I can give you more reasons but I prefer to show you in the demonstration".

3. Is any type of course or certification necessary to use the system?

"Officially it is not necessary, anyone who knows the operating mechanism of his real weapon can use Simunition. But the recommendation is that the instructor who will conduct the exercise with Simunition must be instructed before about the security measures to avoid safety problems. And for course, it's necessary to know how the conversion kit works which is really easy".

4. Is there possibility to design conversion kits for other weapons, besides the rifle and handgun?

"Effectively. General Dynamics has been working on kits for other weapons such as machine guns, shotguns, and different handgun and rifle models. Any weapon that requires it, could have its respective conversion kit if it's necessary. But in this case, exists commercial problems because it will be required to have market for this new kits".

5. Precision shooters might find the use of Simunition useful. Do you plan to incorporate Simunition into precision rifles in the future?

"It's a good question because our engineers are working in precision rifles now. The ammo is not a problem; we can design more powerful ammo with long range. But the problem is the conversion kit which is difficult to adapt it to these weapons that are more complex".

6. Can cartridges be reloading to be cheaper for the user?

"No. As a result of the cycling principle employed in the cartridges, they cannot be reloaded. The choke-hole wafer has been perforated and cannot be replaced".

7. We would like to know if the reduced energy rounds could be a problem, maybe it produces interruptions in the mechanism.

"Simunition could produce interruptions as a real gun, but usually the reason is a bad maintenance of the weapon or bad use of the ammo. The piston design of the cartridge case telescopes it to rear, imparting energy to the bolt group or slide. The conversion kit defeats any locking mechanism normally associated with the weapon converting it into a direct blow back action. Since there is much less resistance to cycling, the energy in the cartridge is sufficient to cycle the gun".

8. To finish the interview, we will speak about an important point. FX marking cartridges could be pollutants for the environment or toxic for the humans?

"This is one of the main concerns we tried to solve when we designed the ammunition. We can affirm that SIMUNITION does not represent a risk to the environment, and that of course, contact with the mouth of paint pigments does not pose any danger to users".

Entrevista director técnico EXCOPESA 2000 S.L

Miguel Ángel – Director técnico de EXCOPESA 2000 S.L. distribuidora oficial del sistema SIMUNITION en España.

1. Podría explicarnos brevemente, ¿cuál es su papel dentro de la empresa EXCOPESA 2000 S.L. y cuál es el ámbito de trabajo de dicha empresa?

“Me encargo de llevar las relaciones con las fuerzas de seguridad del Estado y fuerzas armadas, es decir soy el principal gestor de las relaciones comerciales con los mismos”

2. Figuran ustedes como los distribuidores oficiales de SIMUNITION en España, ¿a qué se debe esta relación? ¿Son sus primeros distribuidores oficiales en España?

“No, no somos los primeros distribuidores de SIMUNITION en España. La empresa que comercializa el sistema, General Dynamics, trabajó antes con una distribuidora catalana, sin embargo, la salida que le daban al producto no era satisfactoria para la compañía americana, que se ha visto obligada a buscar otra empresa con más experiencia. Por ello, nosotros estamos haciendo un esfuerzo considerable para que, el que no conozca el sistema, pueda hacerlo”.

3. El sistema SIMUNITION se inventó hace varios años, ¿Por qué deciden adquirirlo y promocionarlo ahora?

“ Si bien es cierto que lleva varios años en el mercado, restringiendo tu pregunta a nuestro país, se ha considerado que hay un mercado muchísimo más amplio del que se cubría hasta ahora”.

4. Realizan ustedes una exposición para todas las Fuerzas y Cuerpos de seguridad del Estado, ¿Cuál es su relación comercial con ellos en este, y otros ámbitos?

“Nosotros vendemos muchas marcas conocidas, entre ellas Sig Sauer, municiones Jerico, Norma y un abanico amplio. La verdad es que en nuestra página web se descubren todas las marcas que trabajamos, y que generalmente tienen doble uso, una parte civil y una militar”.

5. ¿Por qué se considera mejor este sistema, que otros sistemas de simulación como pueden ser el airsoft o el sistema MILES, los cuales son más baratos?

“Nosotros somos nuevos en el sistema, y de momento, lo que nos cuenta la empresa General Dynamics nos lo creemos, hasta que, finalizada la presentación del producto, hagamos nuestros propios informes internos”

6. Desde el punto de vista económico, las críticas al sistema son su elevado coste ¿Cuál sería el coste de este sistema en tanto kits de conversión para los fusiles y pistolas de ET (HK G36 y USP) y su munición?

“Bueno ahí hay unas razones comerciales que digamos, nosotros hemos modificado. Los precios que ofertaba el anterior distribuidor estaban doblados, aplicando unos márgenes de beneficio desproporcionados. Nosotros reduciremos a más de la mitad incluso, el coste de la munición, dándole una salida mucho más dinámica. El kit de conversión tendrá un coste medio, dependiendo del modelo, de 400€, y las municiones, dependiendo también del modelo, de aproximadamente 0,50€-0,70€”.

7. Si el MALE considera finalmente la adquisición de este sistema, ¿Qué expectativas de futuro tienen sobre el mismo en términos de mantenimiento, suministro, etc.?

“Vamos a ver, el mantenimiento lo vamos a dar nosotros. Excopesa es una empresa que tiene algo que no tienen las demás: un búnker propio en consonancia con lo que la Guardia Civil nos ha pedido para poder albergar 10 millones de cartuchos, por lo que tendremos stock propio. Hay una enorme diferencia entre lo esto, y lo que es traer el producto bajo pedido. Al margen del precio, que es un dato importante, los clientes lo que exigen es disponibilidad inmediata, que es lo que vamos a ofrecer”.

8. ¿Existe algún tipo de certificación o curso necesario para el empleo del sistema?

“La munición cumple con la normativa europea, y a nivel particular no se exige ningún curso para su empleo. No obstante, si sería interesante un breve curso para formar a instructores que vayan a dirigir ejercicios con este sistema, de cara a conocer medidas de seguridad, entre otras”.

9. Finalmente, como parte de esta investigación, sería de gran interés probar el sistema en el Regimiento Príncipe con el fin de analizar las ventajas de su empleo en ejercicios de combate táctico. ¿Sería posible contar con el sistema durante las próximas semanas para realizar alguna prueba o ejercicio?

“No habría problema, no habría ningún problema. Os suministraríamos el material que necesitaseis para analizar y probar, no hay más que solicitarlo”.

Entrevista responsable de JIMALE

Coronel José Luis Molina García - Jefatura de Ingeniería del Mando de Apoyo Logístico del ET (MALE)

El Mando de Apoyo Logístico (MALE) es el encargado de la inspección, dirección y coordinación de las adquisiciones, abastecimiento, así como mantenimiento, transportes o infraestructuras y sistemas.

1. Se encuentra usted encuadrado dentro de la JIMALE ¿Podría explicarnos brevemente cual es la principal función de dicha jefatura dentro del propio MALE y del ET?

“En la JIMALE tenemos diferentes secciones, entre ellas podemos citar la de armamento y material, telecomunicaciones, plataformas o calidad. Yo me encuentro encuadrado como jefe de la sección de armamento y material”.

2. Entonces mi coronel, ¿Cuál es la principal función de esa sección?

“Todo aquello relacionado con armamento y material: Adquisición de municiones, adquisición de armamento, pruebas balísticas e incluso realización de los PPT”.

3. ¿Se encargan ustedes entonces, de aprobar finalmente la adquisición de estos sistemas de simulación, en este caso, de SIMUNITION?

“Nuestra función principal es la realización del PPT. La DIAD dice lo que hay que comprar y nosotros nos encargamos de realizar los requisitos técnicos dentro del PPT, y posteriormente, por concurso, cada empresa presenta su propuesta y nosotros, siguiendo la ley de contratos del estado, nos quedaríamos con él”.

4. SIMUNITION es un sistema que se ha inventado hace ya varios años, ¿Qué es lo que ha motivado a la JIMALE a poner su atención actualmente en este sistema y no antes?

“Nosotros, como sección de ingeniería, si una empresa nos invita a ir, vamos siempre, sin tener relación con las adquisiciones o con nada, siempre y cuando podamos asistir, obviamente en cada demostración buscamos conocer el producto, y si resulta de interés, estudiar la posibilidad de incorporarlo a las unidades”

5. ¿Estaría usía interesado en adquirir el sistema una vez vista esta demostración?

“Debemos primero ver y comprobar el sistema, no tenemos todavía una idea clara sobre el mismo, compramos mucho material todos los años y siempre según los requisitos técnicos sin depender de si es una empresa u otra”.

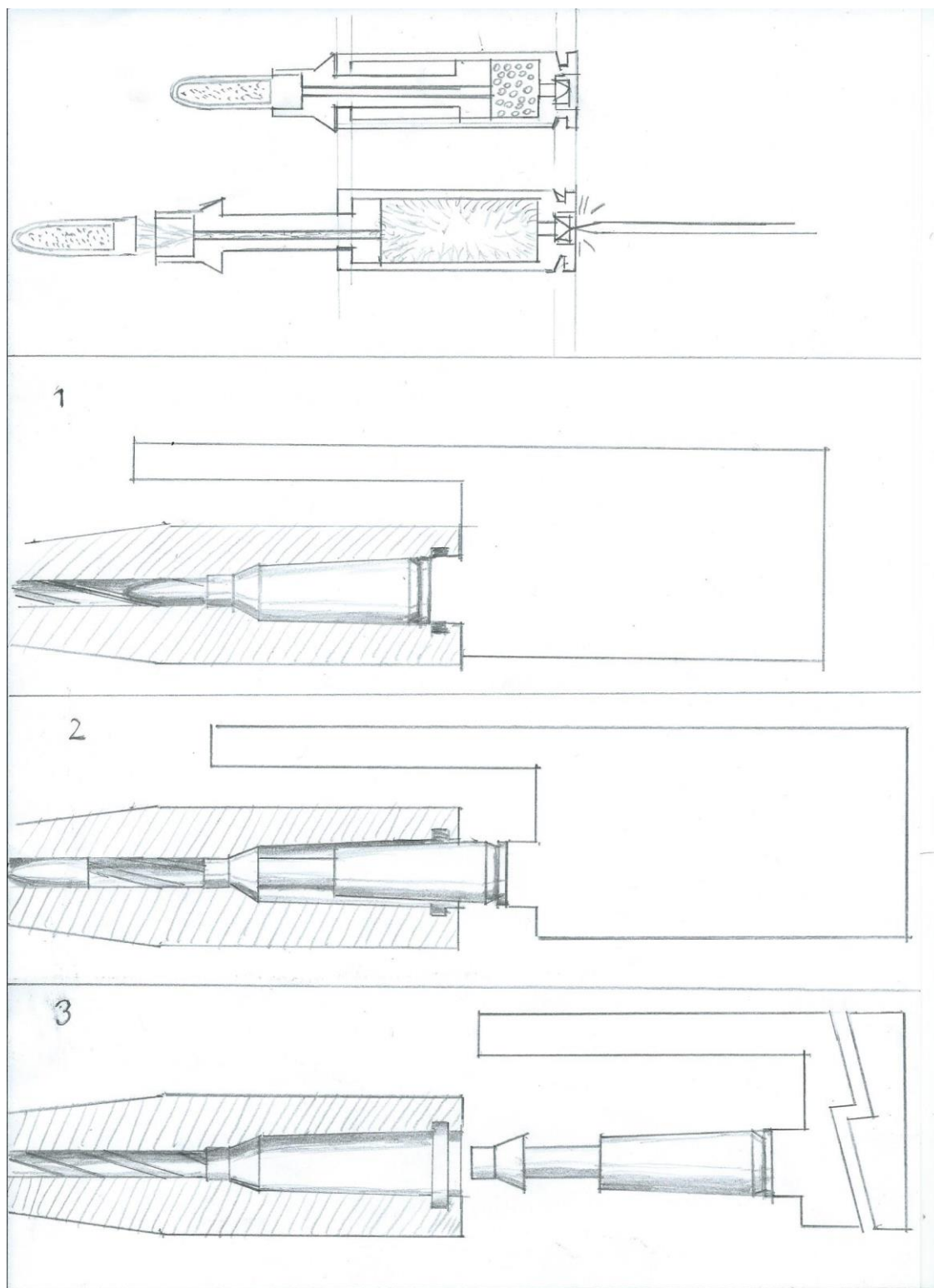
6. De cara a ver las posibilidades y ventajas de SIMUNITION, ¿qué es lo que esperan de esta demostración?

“Venimos a ver qué es lo que nos enseñan. Normalmente todas las municiones son muy parecidas, muchas veces la diferencia está en el precio. Las municiones tienen que tener unos requisitos específicos, para comprobar que funcionan con nuestro armamento, y que sea lo más seguro para nuestras tropas”.

ANEXO D


FICHA EXPLICATIVA CARTUCHO SIMUNITION

Esta ficha explicativa ha sido elaborada por el Sargento de Infantería D. Anxo Costas Bahamonde encuadrado en la 3ª Cía del Bon. Toledo. En ella, podemos observar el funcionamiento completo del cartucho (imagen superior), así como el funcionamiento detallada por fases: fase inicial (1. Introducción en recámara), fase intermedia (2. Percusión y propulsión del proyectil) y fase final (3. Extracción de la vaina



ANEXO E

ANÁLISIS DE RIESGOS

		<h1>Análisis de riesgos</h1>							<h2>Trabajo Fin de Grado</h2>	
Título Proyecto:		Estudio sobre las posibilidades y rendimiento del sistema SIMUNITION en la instrucción del combatiente.								
Jefe de proyecto:		Cap. D. Santiago Monés del Prado						Fecha comienzo:		03/09/2019
Evaluación de riesgos										
ID	Descripción riesgo	Categoría riesgo	Causa del riesgo	Impacto (bajo, medio, alto)	Probabilidad (1,2,3)	Clase riesgo	Efectos riesgo	Medida	Clase riesgo tras implementar medida	
1	Introducción de munición real en el sistema	Funcionamiento	El usuario por confusión introduce un cartucho de munición real en el cargador	H	2	2H	Herir a un compañero o causar daños al entorno o a la propia arma	Diametro ligeramente menor, por lo que el cierre SIMUNITION no acepta munición real, no se adapta, imposibilitando su uso	1H	
2	Impacto en ojos	Seguridad	Accidentalmente durante el ejercicio, un proyectil impacta en el ojo del usuario	H	3	3H	Daño grave al combatiente, lesión ocular variable dependiendo de la distancia del impacto	Empleo de gafas balísticas de protección	3L	
3	Impacto en boca u otras zonas sensibles	Seguridad	Accidentalmente durante el ejercicio, un proyectil impacta en boca o cara del usuario	M	3	3M	Daño en dientes, labios, nariz u otra zona sensible de gravedad variable	Empleo de máscara de protección	3L	
4	Impacto en genitales	Seguridad	Accidentalmente, durante el ejercicio, un proyectil impacta en los genitales del usuario	M	3	3M	Daño en genitales de gravedad variable	Empleo de coquilla u otra protección	3L	
5	Quemadura por la salida de gases en el cañón	Funcionamiento	A la salida del proyectil impulsado por los gases, y a distancia corta, quemadura del oponente	M	2	2M	Quemadura en piel	Empleo de sabot y reducción de energía del proyectil (menos pólvora) eliminando este efecto.	1L	
6	Separación proyectil del sabot	Defecto	El proyectil o bala, se separa previo uso del sabot, dejando la munición inoperativa	L	1	1L	Inoperatividad del cartucho	-	1L	
7	Cartucho defectuoso	Defecto	El proyectil es percutido por el mecanismo, pero no detona	L	1	1L	Inoperatividad del cartucho	-	2L	
8	Impacto en cuerpo sin protección	Seguridad	El proyectil impacta en el usuario, alcanzando brazos, piernas, torso u otras zonas	L	3	3L	Impacto doloroso, con probabilidad de hematoma	Empleo de uniforme, u otra ropa más gruesa para reducir efecto del impacto	3L	
9	Impacto por debajo de la distancia de seguridad	Seguridad	El usuario hace fuego sobre otro a una distancia menor de la distancia de seguridad establecida	H	2	2H	Impacto doloroso que, dependiendo de la zona, podrá tener daños variables	Hacer énfasis en la distancia de seguridad. Ante incumplimiento de la misma, penalizar a los usuarios	1H	
10	Detonación del cartucho sin protección auditiva	Seguridad	Un usuario denota un cartucho próxima a otro sin protección auditiva	M	3	3M	Pitido y sordera temporal	Reducción de la pólvora de los cartuchos (sistema SIMUNITION), y consiguiente reducción de sonido	1L	

Matriz riesgos proyecto

Probabilidad	3	1	3	1
	2	0	1	2
	1	2	0	0
		Low	Medium	High
		Impacto		

Estadística

Clase riesgo	Nr
Alto (rojo)	1
Alto - medio (naranja)	5
Medio (amarillo)	2
Bajo (verde)	2
Total:	10

ANEXO F

PRESUPUESTOS

Presupuesto nº1 SIMUNITION (Antigua empresa)

El presente documento corresponde con un presupuesto actual, del año 2019, referente a 4 equipos SIMUNITION con un total de 4.000 cartuchos marcadores FX. La empresa emisora de dicho presupuesto es diferente a aquella con la que hemos tratado el proyecto.

EURODIS SYSTEM ESPAÑA, S.L.

AV. MADRID 25 B NAVE C5 - CIF B-63002315
28500 ARGANDA DEL REY
Tf. 91.894.8720
DGAM 2061 - NCAGE 388CB

Presupuesto PPY-30986
Fecha: 12/04/2019

ENTREGAR EN:

ADUANA - 39112
ADUANA AEROPUERTO MADRID BARAJAS
28042-MADRID BARAJAS

Tf.

NIF/CIF

MINISTERIO DE DEFENSA
MINISTERIO DE DEFENSA
PSO. DE LA CASTELLANA, 109 - 3 PL
28071-MADRID

Tf.

Ref.	Descripción	Cant.	P/U	Dto.	Importe
SM-5311880	Kit de conversión HK-G36	4	975,03		3.904,13
SM-556TF	SIMUNITION CAL. 5.56FX NO-MARCADOR (caja 500 ud)	4.000	1,45		5.800,00
SM 8971960	Protección cara y ojos máscara FX9003	4	119,01		476,03

	Portes	€
AZ#		
WEB	Base Imp.	10.180,16 €
-ENTREGA: RECOGIDA POR DESTINATARIO EN AEROPUERTO MADRID-BARAJAS	(*) Impuestos	2.137,83 €
-PLAZO DE ENTREGA: 4 MESES APROX LICENCIA MODU	TOTAL	12.317,99 €

Envío Pagados SEUR
Forma de Pago: PREPAGO TRF. BANCARIA

OC
OG
UT

Exp.

(*) Impuestos				
Base Imp.	% IVA	total IVA	% R.Eq.	total R.Eq.
10.180,16	21%	2.137,83		

Nuestra Cta Bancaria: ES53 2100 0849 5102 0078 2698

Presupuesto nº2 SIMUNITION (Nueva empresa)

El actual presupuesto, ha sido expedido por la nueva distribuidora oficial de SIMUNITION en España, con la que hemos hablado personalmente, y quien nos ha permitido el empleo del kit SIMUNITION en el regimiento. En este caso, son 9 los kits y equipos de protección, pero se mantiene el número de cartuchos.

									
Excopesa 2000 S.L. LG. VILLACIL		MINISTERIO DE DEFENSA PS DE LA CASTELLANA, 109 - 3PL 28071 - MADRID MADRID NIF: S2830001J							
24228 - VALDEFRESNO LEÓN NIF: B24405953 Teléfono: 987215208 Fax: 987216922 excopesa@excopesa.es		Datos de envío: MINISTERIO DE DEFENSA PS DE LA CASTELLANA, 109 - 3PL							
IA: - -		28071 - MADRID MADRID							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº presupuesto</th> <th>Fecha</th> <th>Cliente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PRV-EXC0119-000044</td> <td>16/10/2019</td> <td>C69035</td> </tr> </tbody> </table>	Nº presupuesto	Fecha	Cliente	PRV-EXC0119-000044	16/10/2019	C69035			
Nº presupuesto	Fecha	Cliente							
PRV-EXC0119-000044	16/10/2019	C69035							

Pasado por: Cliente
 Forma de pago: Transferencia

Referencia	Artículo	Cantidad	Precio	Dtos. %	P. Neto	Importe
7205360121	SIMUNITION 5.56 FX G36 Red HK636 sin plomo	4.000,00 UN	1,216		1,216	4.864,00
7208971998	FX® 9003 Mask (Black)	9,00 UN	119,000		119,000	1.071,00
7205311880	SIMUNITION Kit Conversión HK G36 Bolt 5.56 mm	9,00 UN	683,000		683,000	6.147,00
PLAZO	PLAZO DE ENTREGA APROX: A DETERMINAR	1,00 UN	0,000		0,000	0,00
-	TRANSPORTE NO INCLUIDO	1,00 UN	0,000		0,000	0,00

	Base Imp.	Tasa	Importe imp.	Imp. Bruto	12.082,00
Nacional Norm	12.082,00	21,00	2.537,22	IVA RE	2.537,22
				TOTAL	14.619,22 EUR


PARA TODA INTERPRETACION O EJECUCION DEL PRESENTE CONTRATO, AMBAS PARTES SE SOMETEN EXPRESAMENTE A LOS JUZGADOS O TRIBUNALES DE LEÓN.

Responsable: Excopesa 2000 S.L., **Finalidad:** Atender la presente relación y gestión administrativa, **Derechos:** Acceder, rectificar y suprimir los datos, así como otros derechos, como se explica en la información adicional en www.excopesa.es/proteccion-de-datos-facturas.

Reg. Mercantil de León, Tomo 896 General, Folio 82, Hoja Nº LE-11091, Inscripción 1ª de 24-01-2000

Presupuesto nº3 Airsoft

El actual presupuesto, emitido por una tienda online de este tipo de material, muestra el coste de nueve fusiles HK G36 réplicas, munición y equipos de protección.

Productos en tu cesta		
Producto	Unidades	Precio
 G36 E - Ref. A01115 Preu unitari 175.00 €	- 9 + 	1575 €
 Gafa de proteccion francesa Tan - Ref. 2614 Preu unitari 6,75 €	- 9 + 	60.75 €
 Duel code 1000rds absolute 0.30g - Ref. du10006 Preu unitari 4,80 €	- 4 + 	19.2 €
		Total: 1654.95 €

Presupuesto nº4 VICTRIX

A continuación, presentamos el documento oficial de contratación entre el ministerio de defensa y la compañía INDRA, al que hemos tenido acceso personalmente. Incluimos únicamente las partes que resultan de interés para este estudio debido a la excesiva dimensión del documento completo.



MINISTERIO
DE DEFENSA

EJÉRCITO DE TIERRA
MANDO DE APOYO LOGÍSTICO
DEL EJÉRCITO DE TIERRA
JEFATURA DE ASUNTOS
ECONÓMICOS
SECCIÓN DE CONTRATACIÓN

DOCUMENTO ADMINISTRATIVO PARA LA FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO DE SUMINISTROS (G1)

Número de Expediente.- 20911 19 0147 00

ADQUISICIÓN DE SIMULADOR DE TIRO EN SALA

(desde la fecha de formalización del contrato hasta el 15 de diciembre de 2019)

Madrid, a 19 de septiembre de 2019

REUNIDOS

De una parte, DON JOSÉ MANUEL SÁNCHEZ MALDONADO, en su calidad de JEFE DE ASUNTOS ECONÓMICOS DEL MANDO DE APOYO LOGÍSTICO ET, con CIF.- S2800811H, actuando en nombre y representación del Estado en el ejercicio de las facultades delegadas por el General Director de Asuntos Económicos, en virtud de la ORDEN DEF/1653/2015, de 21 de julio (B.O.E. número 187, de 06 de agosto de 2015) de delegación de facultades en materia de contratos, acuerdos técnicos y otros negocios jurídicos onerosos en el ámbito del Ministerio de Defensa

De otra parte, DON JUAN SALVADOR FELIP REPRESA, con DNI número 51.349.192J y DON FRANCISCO MUÑOZ GONZÁLEZ, con DNI 29.771.851F, actuando mancomunadamente en nombre y representación de la Empresa INDRA SISTEMAS S.A, con CIF.-A28599033 con domicilio social en la Avenida de Bruselas, número 35, distrito postal 28108, municipio de Alcobendas, provincia de MADRID, según poderes otorgados ante el notario de Alcobendas DON GERARDO VON WICHMANN ROVIRA, el día 19 de diciembre de 2012, con número 5.022 de su protocolo, y 22 de mayo de 2019, bajo el número 2.124 de su protocolo, respectivamente.

Ambas partes se reconocen competencia y capacidad, respectivamente, para formalizar el presente contrato, y exponen:

ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

Primero.- La Orden de Inicio del expediente de SUMINISTROS fue dada por el GENERAL JEFE DE LA JAE DEL MALE, con fecha 22/04/2019.

Segundo.- El Documento Contable de Retención de Crédito (RC) y su correspondiente Certificado de Existencia de Crédito (CEC), con número de operación contable 00159219310022302, de fecha contable 17/04/2019, por un importe de 322.765,33€, con cargo a la aplicación presupuestaria 14 12 650 122AM, correspondiente a la anualidad 2019 asociado a este contrato.

Tercero.- La fiscalización previa del gasto correspondiente a este contrato ha sido realizada por la Intervención Delegada con competencia, mediante la emisión de informe favorable de fecha 18/06/2019.

Cuarto.- La aprobación del gasto correspondiente a este contrato ha sido realizada por la autoridad competente con fecha 20/06/2019 y por un importe de 322.765,33€.

Quinto.- La fiscalización previa de la adjudicación correspondiente a este contrato ha sido realizada por la correspondiente Intervención Delegada, mediante la emisión de informe favorable de fecha 22/08/2019 y por un importe de 322.765,33 €.

Sexto.- La adjudicación del contrato y el correspondiente compromiso del gasto, ha sido acordada por resolución del órgano de contratación con fecha 23/08/2019.

Correo Electrónico

C/ Prim, 6 y 8 (Ed.Barquillo 3ª Planta)
28004 Madrid



Séptimo.- La notificación al adjudicatario de la adjudicación, ha sido efectuada con fecha 28/08/2019.

CLÁUSULAS DEL CONTRATO

PRIMERA: El presente contrato de **SUMINISTROS** tiene como **objeto: ADQUISICIÓN DE SIMULADOR DE TIRO EN SALA**, según el siguiente detalle:

ANUALIDAD	IMPORTE NETO €	IVA € (21 %)	IMPORTE TOTAL €
2019	266.748,21	56.017,12	322.765,33
TOTAL	266.748,21	56.017,12	322.765,33

SEGUNDA: El contratista INDRA SISTEMAS S.A, con CIF.-A28599033, se compromete con el Ministerio de Defensa a realizar el objeto del expediente **2 0911 19 0147 00, ADQUISICIÓN DE SIMULADORES DE TIRO EN SALA**, con estricta observancia de lo establecido en el pliego de cláusulas administrativas particulares, en adelante PCAP, y en el pliego de prescripciones técnicas, en adelante PPT, los cuales han regido la **NEGOCIACIÓN** de la que el presente contrato es consecuencia. Asimismo el contratista declara conocer los citados pliegos y expresamente los acepta en todas sus cláusulas y prescripciones, formando los mismos, parte integrante del presente contrato a todos los efectos (se acompañan como anexos).

TERCERA: De acuerdo con lo estipulado en el PCAP del contrato, la **legislación aplicable** a este contrato de carácter administrativo será, en cuanto a su preparación, adjudicación, efectos, cumplimiento y extinción, la contemplada en la Ley 24/2011, de 1 de Agosto, de Contratos del Sector Público en los ámbitos de la Defensa y la Seguridad (en adelante, LCSPDS); y en lo no previsto por ésta, será de aplicación la Ley 9/2017, de 8 de Noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las directivas del parlamento europeo y del consejo, 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de Febrero de 2014., publicado en el BOE nº 272, de 09/11/17), en adelante LCSP. El régimen jurídico del contrato se regirá en todas sus fases, a tenor de lo dispuesto en el artículo 27 en relación con el 25 de la LCSP y en el artículo 2 de la LCSPDS, por estos Cuerpos Legales.

CUARTA: De conformidad con lo indicado en el artículo 35.1.e) de la LCSP, los **documentos** que integran el presente contrato ordenados por orden de prioridad, son los siguientes:

- El Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares (PCAP).
- El Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT).
- La proposición seleccionada por la Administración (oferta del adjudicatario).
- La Resolución de adjudicación del contrato del órgano de contratación.
- El documento administrativo de formalización de contrato pertinente.
- Cualquier otro documento administrativo o privado que contenga acuerdos, derechos u obligaciones para las partes y que con posterioridad a la formalización del contrato se incorpore al expediente.

QUINTA: El **precio cierto**, correspondiente al importe de la adjudicación, que se obliga a satisfacer el Ministerio de Defensa al contratista es de **TRESCIENTOS VEINTIDOS MIL SETECIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS (322.765,33 €)**, y se hará efectivo de la forma estipulada en el PCAP, una vez recepcionado de conformidad la prestación objeto del Contrato por parte del Ministerio de Defensa. Este precio incluye los tributos de cualquier índole que graven las operaciones inherentes a la ejecución del presente contrato, sin que, por tanto, puedan éstos, ser repercutidos como partida independiente.

SEXTA: El plazo total de ejecución del suministro será desde la formalización hasta el 15 de Diciembre de 2019. No se admiten entregas parciales.

Correo Electrónico

C/ Priun, 6 y 8 (Ed.Barquillo 3ª Planta)
28004 Madrid

indra

ANEXO I

PROPOSICIÓN ECONÓMICA

D. Jose Vicente Rolo Domínguez, con DNI nº 06.974.649-Z, y D. Daniel Ferreras Navarro, con DNI 00.388.105-A, actuando mancomunadamente en nombre y representación de **Indra Sistemas, S.A.** (en adelante **Indra**) con CIF núm.: **A-28599033**, con domicilio social en Avda. Bruselas, 35 28108 Alcobendas (Madrid), Teléfono 91 627 11 79; Fax 91 627 10 07 y con capacidad legal para contratar en nombre de la citada empresa según poderes otorgados ante el Notario de Alcobendas Don Gerardo Von Wichmann Rovira el 19 de diciembre de 2012 con número de protocolo 5.022, al objeto de participar en el concurso para la contratación del Servicio de **"ADQUISICIÓN DE SIMULADORES DE TIRO EN SALA"** convocado por la Jefatura de Asuntos Económicos del Mando de Apoyo Logístico del Ejército de Tierra, manifiesta lo siguiente:

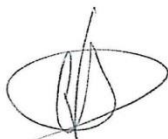
- Que conoce y acepta íntegramente el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares y cuantas obligaciones se deriven como proponente y como adjudicatario si lo fuere.
- Que se compromete a ejecutar la prestación a la que concursa con sujeción a los requisitos y condiciones exigidas y para ello presenta su proposición en el presente documento.

PRECIO	IMPUESTOS	TOTAL (*)
266.748,21 €	56.017,12 €	322.765,33 €

(*) El precio Unitario se corresponde con el precio Total al tratarse de un solo Simulador.

En San Fernando de Henares, a 02 de Julio de 2019

Indra Sistemas, S.A. inscrita en el R.M. de Madrid, Tomo 865, folio 28, hoja M-11339, C.I.F.: A-28599033



Fdo.: D. Jose Vicente Rolo Domínguez

indra
CIF: A28599033



Fdo.: D. Daniel Ferreras Navarro

C/ Mar Egeo, 4, Pol.Ind.1
28830 San Fernando de Henares
Madrid

T +34 91 627 11 79
F +34 91 627 10 07
indracompany.com

13

Presupuesto nº5 MILES

A continuación, presentamos el contrato entre la empresa tecnobit y el ministerio de defensa para la adquisición de 103 kits MILES. No obstante, en la memoria extrapolamos a 9 kits con el objetivo de poder comparar de forma directa el coste con el sistema SIMUNITION. Nuevamente, no incluimos el documento completo debido a su extensión.



MINISTERIO
DE DEFENSA

EJERCITO DE TIERRA
MANDO DE APOYO LOGISTICO
DEL EJERCITO DE TIERRA
DIRECCIÓN DE SISTEMA DE
ARMAS
SECCIÓN DE ASUNTOS
ECONÓMICOS

Nº de Documento: 201000004528

DOCUMENTO ADMINISTRATIVO PARA LA FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO DE SUMINISTRO

Número de Expediente.- 2 0915 2010 0096 00 (201009150096) (GA-170/10-A)

ADQUISICIÓN DE 103 EQUIPOS DE SIMULACIÓN DE DUELO PARA FUSILES HK (95 EQUIPOS SIN INSTRUMENTALIZAR
Y 8 EQUIPOS INSTRUMENTALIZADOS)

Madrid a, veinticuatro de agosto de 2010

REUNIDOS

De una parte, D. Jose Carlos de la Fuente Chacón, en su calidad de EL GENERAL DIRECTOR DE SISTEMAS DE ARMAS DIRECTOR DE ABASTECIMIENTO INTERINO de la DISA, con CIF.- S2830010A, actuando en nombre y representación del Estado en el ejercicio de las competencias desconcentradas que le confiere el Artículo 2.1.A.I.k) del REAL DECRETO 1437/2001, de 21 de diciembre, de desconcentración de facultades en materia de convenios, contratos y acuerdos técnicos en el ámbito del Ministerio de Defensa (BOE no. 306, de 22/12/01).

De otra parte, D. Luis Antonio Mayo Muñoz, con DNI NÚM. 00799886-S, actuando en nombre y representación de la Empresa TECNObit S.L., CIF.- B82193210, con domicilio social en calle Fudre, 18, distrito postal 13300, municipio de Valdepeñas, provincia de Ciudad Real, según poderes otorgados ante el notario de Madrid, D. Milagros-Anastasia Casero Muño, los días 03/03/2010 bajo los números de su protocolo 329.

Ambas partes se reconocen competencia y capacidad, respectivamente, para formalizar el presente contrato, y exponen:

ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

Primero.- El presente documento administrativo de formalización de contrato fue informado, en calidad de modelo tipo, por la Asesoría Jurídica del Cuartel General de Ejército, y fue aprobado con esa cualidad por el Órgano de Contratación del Contrato que ahora se formaliza.

Segundo.- La Orden de Inicio del expediente de SUMINISTRO fue dada por el/la Dirección de Sistema de Armas, con fecha 26/05/2010.

Tercero.- Los Documentos Contables de Retención de Crédito (RC) y su correspondiente Certificado de Existencia de Crédito (CEC) expedido por SAE DISA, con número de operación contable 00159210310039322 de fecha contable 06/05/2010, por un

Correo Electrónico

C/ Prim, 6 y 8 (Edificio Barquillo)
28004 Madrid
TEL:
FAX:



importe de 720.000,00 Euros, con cargo a la aplicación presupuestaria 14 03 228 122M 1, correspondiente a la anualidad 2010 asociado a este contrato.

Cuarto.- La fiscalización previa del gasto correspondiente a este contrato ha sido realizada por la Intervención Delegada con competencia, mediante la emisión de informe favorable de fecha 21/06/10.

Quinto.- El expediente, los pliegos de cláusulas administrativas y de prescripciones técnica fueron aprobados por el Órgano de Contratación con fecha 22/06/2010. Asimismo, la aprobación del gasto correspondiente a este contrato ha sido realizada por la autoridad competente con fecha 22/06/2010 y por un importe de 719.918,00 €.

Sexto.- La adjudicación provisional del contrato ha sido acordada por resolución del órgano de contratación de fecha 14/07/10.

Séptimo.- La fiscalización previa del compromiso del gasto correspondiente a este contrato ha sido realizada por la correspondiente Intervención Delegada, mediante la emisión de informe favorable de fecha 04/08/10 y por un importe de 719.918,00 €.

Octavo.- La adjudicación definitiva del contrato fue acordada por el Órgano de Contratación con fecha 05/08/2010. Asimismo, el compromiso de gasto correspondiente a este contrato ha sido realizada por la autoridad competente con fecha 05/08/10

Noveno.- La notificación al adjudicatario de la adjudicación definitiva y consiguiente perfección del contrato que ahora se formaliza, ha sido efectuada con fecha 09/08/10.

CLÁUSULAS DEL CONTRATO

PRIMERA: El presente contrato de SUMINISTRO tiene como **objeto:** ADQUISICIÓN DE 103 EQUIPOS DE SIMULACIÓN DE DUELO PARA FUSILES HK (95 EQUIPOS SIN INSTRUMENTALIZAR Y 8 EQUIPOS INSTRUMENTALIZADOS), según el siguiente detalle:

CONCEPTO	PRECIOS UNITARIOS €	UNIDADES	TOTAL PRESUPUESTO €
Equipo de simulación de duelo de fusil HK G-36 ACCURACY AM,s MG4 sin instrumentalizar.	5.500,00	95	522.500,00
Equipo de simulación de duelo de fusil HK G-36 intrumentalizado	10.950,00	8	87.600,00
TOTAL PRESUPUESTO NETO			610.100,00
IVA (18%)			109.818,00
TOTAL (IVA INCLUIDO)			719.918,00

SEGUNDA: El contratista TECNOBIT S.L. se compromete con el Ministerio de Defensa a realizar el objeto del expediente 2 0915 2010 0096 00 (201009150096), ADQUISICIÓN DE 103 EQUIPOS DE SIMULACIÓN DE DUELO PARA FUSILES HK (95 EQUIPOS SIN INSTRUMENTALIZAR Y 8 EQUIPOS INSTRUMENTALIZADOS), con estricta observancia de lo establecido en el pliego de cláusulas administrativas particulares, en adelante PCAP, y en el pliego de prescripciones técnicas, en adelante PPT, los cuales han regido la NEGOCIACIÓN de la que el presente contrato es consecuencia. Asimismo el contratista declara conocer los citados pliegos y expresamente los acepta en todas sus cláusulas y prescripciones, formando los mismos parte integrante del presente contrato a todos los efectos (se acompañan como anexos).

Correo Electrónico

C/ Prim, 6 y 8 (Edificio Barquillo)
28004 Madrid
TEL:
FAX:



TERCERA: De acuerdo con lo estipulado en el PCAP del contrato, la **legislación aplicable** a este contrato de carácter administrativo será, en cuanto a su preparación, adjudicación, efectos, cumplimiento y extinción, la contemplada en Ley de Contratos del Sector Público (BOE no 261, de fecha 31/10/07), en adelante LCSP. El régimen jurídico del contrato se regirá en todas sus fases, a tenor de lo dispuesto en el artículo 21 en relación con el 19 de la LCSP, por este Cuerpo Legal.

CUARTA: De conformidad con lo indicado en el artículo 26.1.e) de la LCSP, los **documentos** que integran el presente contrato ordenados por orden de prioridad, son los siguientes:

- 1º.- El pliego de cláusulas administrativas particulares (PCAP).
- 2º.- El pliego de prescripciones técnicas (PPT).
- 3º.- La resolución de adjudicación definitiva emitida por el órgano de contratación.
- 4º.- La proposición seleccionada por la administración (oferta del adjudicatario).
- 5º.- El presente documento de formalización del contrato.

QUINTA: El precio cierto, correspondiente al importe de la adjudicación, que se obliga a satisfacer el Ministerio de Defensa al contratista es de **Setecientos diecinueve mil novecientos dieciocho euros (719.918,00 €)**, y se hará efectivo de la forma estipulada en el PCAP, una vez recepcionado de conformidad el suministro objeto de la adquisición por parte del Ministerio de Defensa. Este precio incluye los tributos de cualquier índole que graven las operaciones inherentes a la ejecución del presente contrato, sin que, por tanto, puedan éstos ser repercutidos como partida independiente.

SEXTA: El plazo total de ejecución será desde la formalización del contrato hasta el 19 de noviembre de 2010. Expresamente no se admiten entregas parciales de conformidad con lo estipulado en el PCAP.

SÉPTIMA: El **lugar de entrega de los bienes** objeto del presente contrato será: En el Parque y Centro de Mantenimiento de Sistemas Antiaéreos, Costas y Misiles (PCMASACOM), Autovía M-40 Km. 3,700. Pozuelo de Alarcón (Madrid) y en las instalaciones de la empresa adjudicataria.. Las condiciones de recepción del suministro serán las indicadas en el PCAP.

OCTAVA: El **plazo de garantía** comenzará a partir del día siguiente a la recepción de conformidad, y será de DOS (2) AÑOS. Para responder al cumplimiento de este contrato ha sido constituida, a favor de la administración, una garantía definitiva por importe 30.505,00€, correspondiente al 5,00 % del importe neto –sin IVA– de la adjudicación, la cual está a disposición del órgano de contratación, según resguardo acreditativo de la Caja General de Depósitos de número 00060840 que exhibe y entrega en este acto.

Las comisiones, intereses y demás gastos que se produzcan con motivo de la constitución de los avales citados serán por cuenta del contratista.

Para que las garantías y avales mencionados en esta cláusula sean eficaces ante la Administración deberán sujetarse a las normas vigentes al respecto en materia de Derecho Mercantil, y a lo establecido en los artículos 83 al 90 de la LCSP.

NOVENA: De conformidad con lo reflejado en el PCAP nos e admiten variantes en la ejecución del contrato

DÉCIMA: El presente contrato NO ESTA sujeto a **revisión de precios**, de conformidad con lo estipulado en el PCAP.

Correo Electrónico

C/ Prim, 6 y 8 (Edificio Barquillo)
28004 Madrid
TEL:
FAX:



UNDÉCIMA: En el caso que se produjese **demora en la ejecución del contrato**, se estará a lo dispuesto en los artículos 196 y 197 de la LCSP y demás normas que sean de aplicación. De conformidad con lo estipulado en el PCAP, en los supuestos que el contratista incurra en incumplimiento en la ejecución parcial de la prestación definida en el contrato, la Administración podrá optar indistintamente por la resolución del contrato o por la imposición de las penalidades diarias en la proporción de 0,20 del precio de la parte de la prestación no ejecutada de conformidad en plazo.

DUODÉCIMA: El presente contrato ESTA sujeto a la inspección oficial de aseguramiento de la calidad en los términos y condiciones que se describen en el PCAP. La inspección oficial, así como cualquier representante designado por el órgano de contratación, en especial el responsable del contrato, tendrá acceso a la totalidad de las instalaciones del contratista y de sus subcontratistas, en orden al cumplimiento de sus competencias.

DÉCIMO TERCERA: El **pago del precio** del contrato se efectuará en las condiciones que estipula el PCAP.

DÉCIMO CUARTA: Serán **causas de resolución** del presente contrato las especificadas en los artículos 206 y 275 de la LCSP y además las estipuladas en el PCAP.

DÉCIMO QUINTA: El **crédito presupuestario** con cargo al cual se abonará el precio del presente contrato será el indicado en el Antecedente Administrativo Tercero de este documento.

DÉCIMO SEXTA: Durante la ejecución del contrato y hasta la finalización del periodo de garantía, el contratista se compromete a salvaguardar la **confidencialidad**, a guardar sigilo y a no difundir aquellos datos o antecedentes que, sin ser públicos o notorios, estén relacionados con el objeto del contrato, y de los que hayan tenido o tenga conocimiento con ocasión del mismo.

DÉCIMO SÉPTIMA: El órgano de contratación, de conformidad con lo estipulado en el artículo 194 de la LCSP., ostenta la **prerrogativa de interpretar** el presente contrato y sus resoluciones serán inmediatamente ejecutivas, sin perjuicio de los recursos que, conforme a la legislación española, el contratista pudiera interponer.

El contratista se somete, además de a lo establecido en el presente contrato, a los preceptos de la LCSP, a los del Reglamento general de la LCAP, aprobado por Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre (BOE núm.-214 Apéndice, de fecha 02/11/01) en lo que no se oponga a la LCSP y, en general, a las demás disposiciones vigentes en materia de contratación administrativa y tributaria que sean de aplicación al presente contrato de SUMINISTRO.

Con objeto de cumplir lo establecido en todas las cláusulas que conforman el presente contrato, de buena fe lo suscriben el Representante del Estado y el Contratista, en cuadruplicado ejemplar en el lugar y la fecha indicados.

Por el Estado

EL GENERAL DIRECTOR DE SISTEMAS DE ARMAS,
DIRECTOR DE ABASTECIMIENTO INTERINO,



El Empresario,

Correo Electrónico

C/ Prim, 6 y 8 (Edificio Barquillo)
28004 Madrid
TEL:
FAX:



BOCACHA DE SEGURIDAD PARA DISPARO DE MUNICION DE FOGUEO.

175,00 €

Impuestos incluidos

Dispositivo de seguridad para el disparo de cartuchos de fogeo.

Cantidad

1

No hay suficientes productos en stock

Compartir

Histórico Simulación Duelo Combatiente Individual en ET



ANEXO G

ANÁLISIS POR TÉCNICAS DE SCORING – COMPARATIVA

Este anexo muestra las aclaraciones oportunas referentes a la tabla 5 de la memoria, basándose en los tres sistemas sometidos a estudio, realizado mediante técnicas de *scoring*. A continuación, presentamos la escala numérica, así como la tabla que justifica la puntuación obtenida por cada sistema.

- **Excelente – 2:** La característica cumple de manera sobresaliente los aspectos del criterio sometido a estudio.
- **Muy bueno – 1:** La característica cumple de buena manera los aspectos del criterio sometido a estudio, pero existe cierto margen de mejora.
- **Regular – 0:** La característica cumple en términos generales los aspectos del criterio sometido a estudio, pero presenta deficiencias.
- **Deficiente – - 1:** La característica no cumple los aspectos del criterio sometido a estudio, existen graves deficiencias.

Los criterios empleados para la asignación de estas puntuaciones a los sistemas se rigen bajo criterio comparativo entre los sistemas, mediante los conocimientos y experiencia propia tras su uso, como bajo criterio de personal experto del regimiento. Los sistemas sometidos a esta técnica son los ya mencionados: SIMUNITION, MILES, Airsoft y VICTRIX.

	SIMUNITION	MILES	Airsoft	VICTRIX
Realismo	2. Arma real, sonido, impactos, retroceso, etc...	1. Posee sonido, retroceso, y se usa arma de dotación, pero con peso añadido haciéndola irreal. No hay impactos.	-1. No emplea armas de dotación, no hay sonido ni retroceso, impactos indolores y sin marca (a criterio del usuario)	0. Permite simulación virtual, con armas adaptadas de dotación. Su sonido o retroceso se asemejan al real. No permite movimientos, saltos, avances, etc...
Alcance y precisión	0. En general, no se aproxima a su alcance real. Ideal combate próximo, donde presenta gran precisión.	0. El alcance es similar al del arma real (600m.) pero su precisión no es adecuada.	-1. Su alcance no se asemeja al arma real. Tampoco ofrece buena precisión en distancias cortas	1. No precisa alcances reales, puesto que es simulación virtual.
Tiempo de instalación	2. Sustitución a nivel usuario. Cambio de cierre. Instalación muy rápida	0. Su instalación es difícil. Requiere calibración, instalación del láser y sensores. Cada usuario debe configurar su consola.	2. Su puesta a punto es rápida. No requiere instalaciones, modificaciones u otras acciones preparatorias	0. Precisa preparación del software, salas, fusiles, así como puesta a punto del sistema.
Facilidad de empleo	2. Igual que un arma real. Muy sencillo	1. Similar a un arma real. A menudo se desconfigura la consola. Requiere reactivación manual de las bajas	2. Muy similar a un arma real. Muy sencillo	0. Requiere personal cualificado para iniciar y dirigir los ejercicios, montaje de fusiles, etc...
Operatividad	2. Permite las mismas acciones que con armamento real. Saltar, moverse, correr.	2. Permite las mismas acciones que con armamento real. Saltar, moverse, correr.	1. Permite mismas acciones que con armamento real pero su alcance, potencia y velocidad de proyectiles resta posibilidades de empleo.	-1. No permite moverse en ambientes de combate. Únicamente simulación en pantalla y en posiciones estáticas.
Vida útil	1. Los kits no presentan problema. La munición tiene vida útil entre 3 y 5 años	2. No presenta problemas relativos a la vida útil, únicamente problemas técnicos o averías.	-1. Mucho menor que otros sistemas. Suelen fallar y producir averías mucho antes.	2. No presenta problemas relativos a su vida útil, únicamente problemas técnicos o averías informáticas.
Movilidad	2. Totalmente móvil, sin restricciones.	2. Totalmente móvil, sin restricciones.	2. Totalmente móvil, sin restricciones.	-1. No es móvil. Empleo en aula adaptada.
Seguridad	1. Es seguro con el empleo de las protecciones. No obstante puede producir hematomas o daños superficiales.	2. No presenta problemas de seguridad con el uso de bocacha de seguridad.	2. No presenta problemas de seguridad con el empleo de gafas de protección, entre otros. No tiene fuerza suficiente para causar daños.	2. No presenta ningún problema de seguridad.
Mantenimiento	2. Requiere el mismo mantenimiento que cualquier arma. El propio usuario sabe hacerlo.	0. Requiere mantenimiento específico, calibraciones, puestas a punto, etc.	2. No requiere mantenimiento específico.	0. Requiere mantenimiento del software, fusiles adaptados, recargas CO ₂ , ordenadores, etc.
Feedback	2. Vemos el impacto, identificamos fuego amigo/enemigo, comprobamos errores de las técnicas de combate	1. La consola avisa de si el usuario está herido o es baja. No permite conocer zona de impacto, ni es preciso en su evaluación.	0. No permite feedback. No conocemos si ha impactado o no, o en qué zona se ha producido el disparo.	2. Los ordenadores muestran los resultados de los ejercicios, conociendo fallos y mejoras.
Variedad ejercicios	2. Tan grande como grande sea la imaginación de los instructores.	2. Tan grande como grande sea la imaginación de los instructores.	2. Tan grande como grande sea la imaginación de los instructores.	1. Variedad de ejercicios según opciones que ofrece el software y sus configuraciones.
TOTAL	18	13	10	6

Table 1: Categorization matrix for PUOF weapon systems training according to their skill development value for deadly force encounters

Weapon System	Live-Fire Weapon				Non-Lethal Training Weapons				Laser-Based Weapons				Inert Weapons			
Emission / Projectile	Emission of Projectiles with Potential Lethal Impact				Emission of Projectiles with Non-Lethal Impact				Emission of Laser				No Emission Possible			
Target	Non-Human Targets		Human Targets		Non-Human Targets		Human Targets		Non-Human Targets		Human Targets		Non-Human Targets		Human Targets	
	Stationary Target	Non-Stationary Target	Scripted Target Behavior	Non-Scripted Target Behavior	Stationary Target	Non-Stationary Target	Scripted Target Behavior	Non-Scripted Target Behavior	Stationary Target	Non-Stationary Target	Scripted Target Behavior	Non-Scripted Target Behavior	Stationary Target	Non-Stationary Target	Scripted Target Behavior	Non-Scripted Target Behavior
Example of Training Activities	Use of Conventional Ammunition on Stationary Targets	Use of Lethal Training Ammunition on Moving Targets	Use of Conventional Ammunition on Ballistic Vest	Non-Existent	Use of Simulation FX on Stationary targets	Use of Air-Soft on Moving Plastic Targets	Use of Simulation FX on Role Player	Use of Paintball between two Opposing Groups	Use for Beamhit for Target Practice	Use of Laser-Based Weapon on Video Screen	Use of Saab Laser System on Role Player	Use of Laser-Based System Between two Opposing Groups	Dry Drill on Stationary Target	Dry Drill on Moving Target	Use of Red Gun in a Scripted Attacker-Defender Drill	Use of Red Gun in a Non-Scripted Attacker-Defender Drill
Level of Representativeness (Perception-Action Coupling)	Low	Low	Low	Non-Existent	Low	Medium	High	High	Low	Medium	High	High	Low	Low	High	High
Feedback (if learner was effective on target)	Yes	Yes	Yes	Non-Existent	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No
Feedback (if learner was effective in defense)	No	No	No	Non-Existent	No	No	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	No	No	No	No
Experienced Pain (of the target)	Non-existent	Non-existent	Yes	Non-Existent	Non-existent	Non-existent	Yes	Yes	Non-Existent	Non-Existent	No	No	Non-Existent	Non-Existent	No	No
Experienced Pain (if learner was not effective)	No	No	No	Non-Existent	No	No	Yes	Yes	No	No	No	No	No	No	No	No
Risk of Injuries (of the target)	Non-existent	Non-existent	High	Non-Existent	Non-Existent	Non-Existent	Low	Low	Non-Existent	Non-Existent	Low	Low	Non-Existent	Non-Existent	Non-Existent	Non-Existent
Risk of Injuries (if learner was not effective)	Low - Medium	Low - Medium	Low	Non-Existent	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Non-Existent	Non-Existent	Non-Existent	Non-Existent
Opportunities for Repetitive Practice / Active Learner Engagement	Low - Medium	Low - Medium	Low	Non-Existent	Medium - High	Medium - High	Medium - High	Medium - High	High	High	High	High	High	High	High	High

