



## Trabajo Fin de Grado

Desarrollo de un plan de entrenamiento para mejorar la eficacia del tiro bajo condiciones de estrés

Autor

CAC. Jorge Bergillos Pérez

Directores

Col. D. Carlos García-Guiu López

Cap. D. Álvaro Fernández González

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2022



## **Agradecimientos**

En primer lugar, me gustaría agradecer la ayuda y permanente disponibilidad de mi tutor, el ilustrísimo señor coronel D. Carlos García-Guiu López sin su ayuda este trabajo no habría sido posible.

También, me gustaría acordarme del Regimiento “Arapiles” 62 en concreto, de la tercera compañía del batallón “Badajoz” que, no solo puso a mi disposición sus instalaciones, personal y medios, si no que, me ayudo a forjarme como futuro oficial y a aprender de grandes líderes como el cabo primero Pérez y los sargentos Grau, Caparrós, Estaún y Sobrino. También quisiera agradecer al capitán Fernández que impulsara mi trabajo y pusiera a mi disposición a la compañía. Y, por último, agradecer a los tenientes Semillas y Galán que me hicieron sentir parte de la compañía y, sobre todo, me enseñaron a ser un buen oficial.

He de reconocer también a los profesores que me ayudaron a salir adelante a lo largo de la carrera, como la profesora Dña. Raquel Villacampa, sin su ayuda, nunca hubiese sacado matemáticas. También, al profesor D. Andrés Cosials por su entusiasmo, conocimiento y cariño. Y a la profesora Dña. Marta Torralba por su exigencia, motivación y alegría.

También quiero hacer especial mención a los líderes que me han forjado, a los capitanes Estrada y Majano, ellos solos se desvivieron por formarnos aún con dificultades. Al capitán González y Rubio cuyo ejemplo y estilo de mando trato de reflejar en mí y, por último, agradecer, sobre todo, a mi primer capitán, D. Víctor Monreal Gumié, gracias por su constante ejemplo, mi capitán.

Para terminar, deseo agradecer a mis compañeros donde encuentro el aliento y la alegría de tu fiel infantería y a toda mi familia, a la que debo tanto. Espero que estén convencidos de que todo el esfuerzo que han volcado en mí, han hecho a un hombre y, lo que es más, un oficial de España.



## **RESUMEN**

El presente trabajo de fin de grado parte de la línea de investigación del tiro bajo condiciones de estrés. En concreto, toma como referencia y punto de partida los TFG de Javier Sánchez Cascón y Pablo Martínez Naranjo.

El trabajo propuesto pretende demostrar que es posible mejorar la respuesta al estrés en ejercicio de tiro y, además, ofrecer un entrenamiento eficaz, seguro y viable que pueda desarrollarse con los medios y materiales existentes en las unidades del Ejército de Tierra. Para ello se ha hecho uso del sistema de simulación *Victrix*, en el que se han desarrollado los entrenamientos, y de pruebas en campos de tiro. El enfoque es experimental, realizando una primera prueba, posteriormente los entrenamientos y una prueba final con la que se contrasta la posible mejora.

El trabajo se plantea con el propósito de incluir ejercicios con estrés dentro del Ejército de Tierra y dar continuidad a la línea de investigación del tiro con estrés. Ya que, existen pocos estudios relacionados y la inclusión del estrés en ejercicios de instrucción es escasa en las unidades.

El trabajo ha podido ser completado con éxito y se ha llegado a las siguientes conclusiones. En primer lugar, se ha demostrado que es posible mejorar la respuesta al estrés en el tiro de combate. En segundo lugar, el sistema *Victrix* ha resultado útil para desarrollar ejercicios con estrés, en especial, con los tiradores menos experimentados. Sin embargo, no podemos concluir que el entrenamiento sea igual de eficaz con los tiradores más experimentados. También, el diseño de los ejercicios depende en gran medida del conocimiento de los fundamentos del estrés por parte del instructor más que de la herramienta utilizada, en este caso *Victrix*.

Palabras Clave: Combate, Estrés, Instrucción, Tiro, Infantería.

## **ABSTRACT**

This thesis is based on the research line of shooting under stress conditions. Specifically, it takes as a reference and starting point the TFG of Javier Sánchez Cascón and Pablo Martínez Naranjo.

The proposed work aims to demonstrate that it is possible to improve the response to stress in shooting exercises and, in addition, to offer an effective, safe and feasible training that can be developed with the existing means and materials in the units of the Army. For this purpose, the Victrix simulation system has been used to develop tests have been carried out in shooting ranges. The approach is experimental, performing an initial test, then the training and a final test to contrast the possible improvement.

Since there are few related studies and the inclusion of stress in training exercises is scarce in the army's units. The work is carried out with the purpose of including exercises with stress within the Army and to continue with the research line of shooting with stress.

The work has been successfully completed and the following conclusions have been reached. First, it has been demonstrated that it is possible to improve the stress response in combat shooting. Secondly, the Victrix system has proved useful in developing stress exercises, especially with less experienced shooters. However, we cannot conclude that the training is equally effective with more experienced shooters. Also, the design of the exercises depends to a large extent on the instructor's knowledge of the fundamentals of stress rather than on the tool used, in this case, Victrix.

Keywords: Combat, Stress, Field Training, Shooting, Infantry





## INDICE DE CONTENIDO

### Índice

RESUMEN .....	5
ABSTRACT .....	6
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
1.1. Justificación.....	13
1.2. Ámbito de aplicación .....	13
1.3. Conceptos previos .....	14
1.3.1. Estrés .....	14
1.3.2. Antecedentes del estrés de combate .....	15
<b>2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA .....</b>	<b>16</b>
2.1. Objetivos y Alcance.....	16
2.2. Metodología .....	17
<b>3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO (ESTADO DEL ARTE) .....</b>	<b>18</b>
3.1. Contexto.....	18
3.2. Líneas de investigación previas.....	18
3.2.1. Teóricas.....	18
3.2.2. Empíricas .....	19
<b>4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS .....</b>	<b>20</b>
4.1. Fases del estudio .....	20
4.2. Diseño del estudio.....	20
4.2.1. Diseño de la prueba(test) .....	20
4.2.2. Descripción de la prueba.....	21
4.2.3. Diseño de entrenamiento en Victrix.....	24
4.2.4. Descripción del entrenamiento “Victrix” .....	26
4.3. Análisis del estudio .....	29
4.3.1. La muestra .....	29
4.3.2. Metodología y resultados .....	30
4.3.3. Análisis de los resultados .....	33
4.3.4. Contraste de las medidas con el marco teórico.....	33
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>36</b>
5.1. Limitaciones .....	36
5.2. Conclusiones.....	36



5.3. Futuras líneas de trabajo .....	37
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>39</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>40</b>
7.1. Anexo A.....	40
7.1.1. Esquema del ejercicio .....	40
7.1.2. Descripción .....	40
7.1.3. Toma de Datos.....	41
7.1.4. Medidas de Seguridad .....	41
7.2. Anexo B Diagrama de Gantt .....	42
7.3. Anexo C Tablas de Datos .....	43
7.3.1. Impactos.....	43
7.3.2. Tasa cardiaca.....	44
7.3.3. Colocación correcta del Torniquete.....	45
7.4. Anexo D Entorno Victrix .....	46



## TABLA DE ILUSTRACIONES

1. Modificación del rendimiento físico-psicológico en función del nivel de estrés y de la duración de éste. Fuente: Ministerio de Defensa .....	14
2. Modificación del rendimiento físico-psicológico en función del nivel de estrés y de la duración de éste .....	14
3. Modificación del rendimiento físico-psicológico en función del nivel de estrés y de la duración de éste .....	14
4. Modificación del rendimiento físico-psicológico en función del nivel de estrés y de la duración de éste .....	14
5. Del libro "Sobre el Combate" de Tcol Grossman y Loren W, 2004. ....	15
6. Esquema de la prueba extraido del documento "ANEXO A".....	21
7 Tirador introduciéndose en el compartimento trasero del vehículo ligero "Aníbal", se puede apreciar la bolsa con munición en la parte inferior derecha .....	21
8 Tiradores municionando en vehículo ligero .....	22
9. Estación 2 gateo .....	22
10. Estación 2, reptando .....	23
11. Línea de tiro 1. Posición rodilla en tierra sobre cobertura .....	23
12. Tirador realizado la colocación del torniquete.....	24
13. Resultados de un ejercicio Victrix Fuente: González Palma (2019) .....	24
14. Diagrama de región de aceptación para una cola.....	31
15. Diagrama de región de aceptación para una cola.....	32



## ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

BIMZ: Batallón de Infantería mecanizado

CAC: Caballero Alférez Cadete

CUD: Centro Universitario de la Defensa

ET: Ejército de Tierra

FAS: Fuerzas Armadas

FFCCSE: Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado

FUSA: Fusil de Asalto

OTAN: Organización del Tratado del Atlántico Norte

PPM/ppm: Pulsaciones por minuto

PSICUME: Plan de Psicología de la Unidad Militar de Emergencias

REOC: Reacciones de estrés operacional y de combate

Tcol: Teniente coronel

TFG: Trabajo de Fin de Grado

VAM: Velocidad Aeróbica máxima

VCI: Vehículo de Combate de Infantería

VO<sub>2</sub>max: Consumo máximo de oxígeno

WRAIR: Walter Reed Army Institute of Research



# 1. INTRODUCCIÓN

La siguiente investigación presenta los resultados del Trabajo Fin del Grado (TFG) titulado “Desarrollo de un plan de entrenamiento para mejorar la eficacia del tiro bajo estrés”. En concreto, la investigación se ha realizado en el acuartelamiento “General Álvarez de Castro” en San Clemente de Sasebas, Gerona. Además, los sujetos que han participado en el estudio están encuadrados en la 3<sup>a</sup> Compañía del BIMZ (Batallón de Infantería Mecanizada) “BADAJOZ” I/62.

En la presente introducción se explicarán las razones por las que se realiza este estudio. Además, se expondrá su estructura y se expondrán conceptos necesarios para entender los resultados y metodología aplicada.

## 1.1. Justificación

El estrés en el combate es un tema que ha sido y sigue siendo estudiado por diversos centros y organismos, la mayoría de ellos realizados por instituciones de los Estados Unidos. Instituciones como RAND corporation o el WRAIR (Walter Reed Army Institute of Research)<sup>1</sup> elaboran numerosos informes, muchos relacionados con la salud mental de los soldados. Sin embargo, la mayoría de estos tratan de lo que sucede posteriormente a una situación de estrés de combate. Estos estudios se centran por lo general en la salud mental del soldado estadounidense.

Además, recientemente se han realizado diferentes trabajos desde el Centro Universitario de la Defensa que estudian la influencia del estrés en ejercicios de tiro habiéndose iniciado una línea de investigación por alumnos como los realizados en los últimos años por el CAC (Caballero Alférez Cadete) D. Pablo Martínez Naranjo y CAC D. Javier Sánchez Cascón. No obstante, se observa que estos estudios se limitan a demostrar los efectos del estrés en ejercicios de tiro. En dichos estudios se propone el desarrollo de entrenamientos que mejoren la respuesta al estrés como líneas futuras.

Por otro lado, en el ámbito del Ejército de Tierra existen dos retos relacionados con la instrucción y adiestramiento de las unidades de la Fuerza Terrestre. En primer lugar, se necesita estandarizar procedimientos y simplificarlos que prepare a los soldados para su participación en operaciones de combate bajo fuego real. En segundo lugar, la realización de instrucción de tiro bajo estrés es limitada, ya que, existe una alta rotación de personal en el Ejército. Esto implica que cada año entran componentes sin experiencia previa con armas de fuego en las unidades. Por tanto, es difícil realizar ejercicios de tiro bajo estrés en condiciones de seguridad.

Es dentro de este marco donde este trabajo puede aportar al Ejército de Tierra unos procedimientos para mejorar el adiestramiento de las unidades en la instrucción de tiro en uno de los aspectos más demandantes y arriesgados como es el tiro. Por otra parte, son escasas las investigaciones que se han podido encontrar sobre el entrenamiento del tiro militar bajo condiciones de estrés. Además, estas escasas investigaciones se centran en el ámbito del tiro policial<sup>2</sup>.

En conclusión, la necesidad de instruir a las unidades bajo condiciones de estrés, por un lado. Y, por otro lado, la escasez de estudios que propongan entrenamientos eficaces en el tiro con fuego real en condiciones de estrés. Son las principales razones que justifican este estudio (de Seguridad, no date).

## 1.2. Ámbito de aplicación

El presente trabajo pretende demostrar la posibilidad de mejorar la eficacia del tiro en el ámbito de la instrucción y adiestramiento de las unidades militares del Ejército de Tierra en condiciones de estrés. Dicha preparación en Territorio Nacional constituye la base para alcanzar la operatividad necesaria para desempeñar con eficacia las diferentes operaciones en las que es preciso efectuar el empleo de las armas. Además, se busca definir una metodología estandarizada que permita realizar dicho entrenamiento de manera que sea posible desarrollado por todas las unidades operativas. De esta forma la presente

<sup>1</sup> El WRAIR es el mayor centro de investigación biomédica administrado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos.

<sup>2</sup> Como, por ejemplo, el informe de Arne Nieuwenhuys y Raoul R. D. Oudejans titulado: *Training with anxiety: short- and long-term effects on police officers' shooting behavior under pressure*.



investigación puede resultar también de utilidad para las FFCCSE (Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado), otros ejércitos de las FAS (Fuerzas Armadas) y otras instituciones, organismos o empresas que tengan como cometido la defensa y seguridad.

Además, los resultados obtenidos pueden servir como pruebas empíricas para estudios posteriores que se realicen en el campo de la psicología. Finalmente, la empresa Indra sistemas<sup>3</sup> podrá utilizar este estudio para implementar mejoras o cambios pertinentes en su sistema de simulación *Victrix*.

## 1.3. Conceptos previos

En el siguiente apartado se definirán conceptos necesarios para comprender de forma adecuada el planteamiento de la investigación, las hipótesis y resultados de esta investigación.

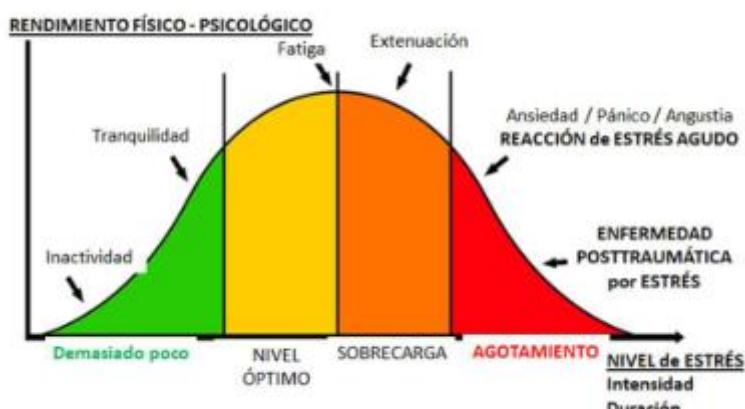
### 1.3.1. Estrés

Se han propuesto muchas definiciones para el concepto de estrés. En concreto, en el presente trabajo se definirá como una reacción fisiológica de defensa del organismo, dirigida a afrontar una situación que se percibe como amenazante o de demanda incrementada, con objeto de optimizar la eficacia física y psíquica (López Mojares, 2015)<sup>4</sup>. El estrés puede dividirse en varias subcategorías específicas. El eustrés, tal y como lo define Lazarus (1974), se considera un estrés saludable porque mejora el rendimiento o es causado por una actividad agradable (como a través del ejercicio físico, jugar a un videojuego o un trabajo difícil pero satisfactorio). La angustia, por otro lado, es la definición más común de estrés. Causada por un estímulo aversivo, la angustia se produce cuando un individuo carece de recursos para poder responder adecuadamente a las demandas mentales emocionales o físicas, ya sea real o imaginaria (Selye, 1956). Además, el estrés puede prolongarse en el tiempo adquiriendo otras definiciones.

De esta forma diferenciamos inicialmente dos tipos.

**Estrés agudo:** es el que se experimenta durante un periodo corto de tiempo y que puede llegar a resultar en efectos positivos sobre el rendimiento.

**Estrés crónico:** es el que resulta de una prolongación en el tiempo de dicho estrés que acaba siendo perjudicial para la salud física y mental. La siguiente tabla ilustra las fases de este proceso:



1. Modificación del rendimiento físico-psicológico en función del nivel de estrés y de la duración de éste. Fuente: Ministerio de Defensa

Por otro lado, el estrés, también se puede diferenciar entre físico y psicológico. El estrés físico es el que se debe a causas externas como; ejercicio físico, privación de sueño, dolencia, cansancio, etc. El estrés

<sup>3</sup> Indra sistemas es una empresa especializada en defensa que desarrolla diferentes sistemas de simulación para los ejércitos, entre ellos el sistema *Victrix*.

<sup>4</sup> Extracto del documento: *Entrenamiento para ambientes extremos 2* desarrollado por el Ministerio de Defensa.



psicológico, debido a la incertidumbre, la percepción del riesgo o amenaza, la exposición a una situación o tarea que escapa de las competencias (Zona de confort), etc.



5. Del libro "Sobre el Combate" Fuente: Tcol Grossman y Loren W, 2004.

Tanto el estrés físico como el psicológico pueden producir un aumento de la frecuencia cardíaca. Este aumento en la frecuencia cardíaca puede ser positivo (eustrés) y a partir de cierto umbral perjudicial (distrés). De esta forma Grossman y Loren distinguen las siguientes fases:

- **Blanca:** no existe estrés o pulsaciones cercanas a las de reposo.
- **Amarilla:** fase de alarma (Selye, 1975). El organismo se prepara para la acción “lucha-huida” (Apuntes liderazgo, Tcol Aceña)<sup>5</sup>. La fase amarilla se experimenta hasta 115 ppm (pulsaciones por minuto)
- **Roja:** rango de pulsaciones en el que se produce una optimización del rendimiento. Mayor riego sanguíneo (para mandar más sangre a los músculos). Mayor frecuencia respiratoria (para oxigenar nuestras células). Aumento de la vigilancia (mejora procesos de atención y concentración). Mejora memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva (Apuntes liderazgo, Tcol Aceña). Abarca desde el entorno de 110 ppm (pulsaciones por minuto) hasta 145 ppm<sup>6</sup>.
- **Gris:** a partir de la fase gris podemos empezar a hablar de distrés. Se altera nuestra capacidad de procesar la información y la capacidad de tomar decisiones (Arnsten, 2009, Starcke y Brand, 2012). Desde 145 ppm hasta 175 ppm.
- **Negra:** a partir de las 175 ppm se produce un deterioro evidente del proceso cognitivo, de la concentración, atención, memoria, etc.

### 1.3.2. Antecedentes del estrés de combate

Las reacciones de estrés operacional y de combate (REOC) pueden producirse en las tropas en servicio activo independientemente del estado de despliegue. Los factores de estrés operacional incluyen estar lejos de la familia, vivir en un lugar cerrado, la dificultad para aclimatarse al clima y otros cambios ambientales.

Los estresores de combate incluyen los traumas, como las lesiones, los intentos de ataque a la unidad o al campamento, los asesinatos, ser testigo de fallecimientos y la muerte de un miembro de la unidad. Los sentimientos de culpa, terror, ira y desesperación serían normales en un entorno de despliegue. Estas tensiones se suman a las tensiones operativas, los estresores operativos subyacentes del despliegue (Hathaway, Boals y Banks, 2010).

Al estar desplegado en un clima duro donde hay una falta de recursos conduce a problemas, tales como desnutrición y deshidratación, fatiga física, y estar aislado de la familia y los apoyos sociales (King et

<sup>5</sup> “Tema 8. Factores de riesgo en la salud psicosocial en la gestión del Liderazgo”, Apuntes liderazgo, Tcol Aceña

<sup>6</sup> El rango de pulsaciones está calculado para un hombre adulto promedio con frecuencia cardíaca máxima 200ppm. Los rangos pueden variar según la complejidad, salud, VO2max y otras variables.



al., 1995). Factores como la sobrecarga o la privación sensorial, la imprevisibilidad y las expectativas de trabajo que superan las propias capacidades contribuyen al estrés cognitivo (Bruscher, 2011).<sup>7</sup>

## 2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Este apartado desarrollara el objetivo y hasta donde se pretende llegar dentro de la línea de estudio además de exponer la metodología aplicada

### 2.1. Objetivos y alcance

El objetivo general de la presente investigación es demostrar la efectividad de un programa de entrenamiento diseñado para mejorar la respuesta al estrés en ejercicios de tiro. El trabajo trata una línea de investigación muy específica, el tiro en condiciones de estrés. Además, lo estudia de forma experimental con resultados obtenidos en prácticas externas, en el marco de ejercicios de instrucción, que realizan los caballeros alféreces cadetes en las unidades del Ejército de Tierra. El objetivo principal cumple dos finalidades. Por un lado, demostrar que es posible entrenar la capacidad de concentración bajo condiciones de estrés y, por otro lado, ofrecer un sistema de entrenamiento de tiro acorde a los procedimientos, recursos y objetivos del Ejército de Tierra.

El problema principal al que nos enfrentamos es la dificultad en la implementación de ejercicios de tiro con estrés. Esto se debe a los riesgos que implica realizarlos con munición real y la escasa experiencia de gran parte de la tropa.

Los objetivos específicos son:

- Diseñar procedimientos de mejora de la instrucción, a través de entrenamientos que mejoren la respuesta al estrés en el tiro de combate.
- Comparar la eficacia de un entrenamiento específico con simulador de tiro en los ejercicios de tiro con munición real.
- Demostrar la utilidad del simulador “Victrix” para mejorar el tiro de combate bajo condiciones de estrés.

El condicionante principal al que nos enfrentamos para desarrollar esta investigación es el riesgo inherente al emplear munición real. Por ello, es necesario efectuar en todas las actividades con un alto grado de seguridad que puede suponer la dificultad en la implementación de ejercicios de tiro con estrés. Tanto los procedimientos que se desarrollan tanto en pruebas de tiro real como la fase del programa instrucción es necesario reducir al máximo los riesgos que implicar su ejecución con munición real y la posible falta de experiencia de gran parte de la tropa.

La investigación parte de la hipótesis de que es posible mejorar la respuesta al estrés en situaciones de fuego real. La tarea principal consiste en poder concluir si un programa de entrenamiento ha sido capaz de producir mejoras en un ejercicio de tiro con estrés. Por tanto, se pretende conseguir datos que avalen la hipótesis, diseñar un ejercicio de tiro con estrés que permita evaluar a los participantes y diseñar un programa de entrenamiento en base al simulador *Victrix* que se ajuste a los principios del estrés existentes y, a los recursos y procedimientos del Ejército.

Teniendo en cuenta que estudios anteriores se centraron en comparar las diferencias de los resultados obtenidos por tiradores con diferente edad, experiencia o capacidad física<sup>8</sup>, quedan excluidas las comparaciones entre edad, experiencia, sexo, etc.

Los hitos del proyecto y el calendario de tareas se relacionan en el anexo B Diagrama de Gantt.

<sup>7</sup> El fragmento de antecedentes del estrés de combate ha sido parcialmente reproducido a partir de la publicación “Stress Control for Military, Law Enforcement, and First Responders. A Systematic Review”, Rand Corporation, 2021.

<sup>8</sup> En concreto, en anteriores estudios se realizó una medición de la VAM (Velocidad aeróbica máxima) de los participantes



## 2.2. Metodología

El enfoque es de tipo experimental con grupo de control y grupo de entrenamiento. Cada grupo se compone de 15 sujetos. Los participantes son todos varones de menos de 30 años. En concreto, 29 soldados y un cabo. Además, solo 7 de ellos superan los 2 años de servicio.

Se realizará un ejercicio de tiro al inicio y fin del estudio para la fase de pre-test<sup>9</sup> (prueba inicial) y post-test<sup>10</sup> (prueba final). Este ejercicio será el mismo y realizado bajo las mismas condiciones. El ejercicio se compone de 2 líneas de tiro y 3 estaciones en las que se aplicará estrés a los participantes. La prueba se explicará con más detalle en el apartado 4. Durante el estudio se realizará una intervención en el grupo experimental de 10 sesiones de entrenamiento en simulador *Victrix*<sup>11</sup>. Estas sesiones se reparten en 3 días que fueron los asignados a la compañía entre el 22 de septiembre y el 6 de octubre. Cada sesión de entrenamiento varía entre 30 y 60 minutos de duración. Se realizan con 4 participantes cada vez y se realiza ejercicios de tiro de combate aplicando pequeñas dosis de estrés. El sistema de simulación utilizado se encuentra en las unidades del Ejército y permite la instrucción en tiro sin el uso de munición real. Se explicará en el apartado 4.

Como es evidente en un ejercicio de tiro se usará un arma de fuego para los ejercicios. En concreto el fusil HK G36E<sup>12</sup>, de dotación en las Fuerzas Armadas. Tanto en los "Test" como en el entrenamiento *Victrix*, se implementarán estaciones que produzcan estrés físico (cansancio) y estrés psicológico (ansiedad).

Las variables que se medirán en los "test" son:

Número de impactos, esta variable hace referencia a la cantidad de disparos que han atravesado la silueta de dos blancos estandarizados del Ejército de Tierra.

La tasa cardíaca del sujeto por minuto, esta medición se realizará con pulsómetros "garmin"<sup>13</sup>, estos valores son necesarios para comprobar la fiabilidad de los resultados, es decir, los estresores aplicados son efectivos y acordes al marco teórico existente

Además, se medirá una variable dicotómica, la colocación de un torniquete. Por tanto, el valor de esta será: *correcto* o *incorrecto*.

<sup>9</sup> Ejercicio de tiro que se realizará al principio del estudio para evaluar las capacidades iniciales de los soldados

<sup>10</sup> Ejercicio de tiro que se realizará al final del periodo de entrenamiento para evaluar las capacidades finales de los soldados

<sup>11</sup> Véase "Simulador Victrix" en conceptos previos

<sup>12</sup> El fusil HK es de dotación en las fuerzas armadas españolas, utiliza munición de 5,56 milímetros y tiene un alcance eficaz de 300 metros.

<sup>13</sup> El pulsómetro usado es el sensor de frecuencia cardíaca Garmin HRM-Dual. Garmin es una empresa especializada en desarrollar y fabricar dispositivos de GPS para el ámbito civil.



### 3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO (ESTADO DEL ARTE)

Como ya se explicó en la introducción de la presente memoria, este trabajo se justifica por dos razones principales. Una de ellas fue la continuidad en la línea de investigación. En este caso podemos hablar de estudios relacionados con la influencia del estrés en los combatientes.

#### 3.1. Contexto

Desde la primera guerra mundial se comienza a evidenciar los efectos del estrés de combate. Entonces el término acuñado era neurosis de guerra. En aquella época, los síntomas del estrés de combate eran atribuidos a lo que se denominó “Shell Shock” termino usado por primera vez en un artículo de la revista científica *The Lancet*<sup>14</sup>. La teoría existente postulaba que las bajas que presentaban síntomas relacionados con el estrés de combate se debían a las ondas expansivas causadas por los impactos de los obuses (Shell). Sostenían que estas ondas eran las responsables de los síntomas.

En la Segunda Guerra Mundial el término fatiga de combate reemplaza al de neurósis de guerra. Además, se empieza a tratar como un “síndrome traumático patológico” (Kardiner, 1941) y no como mera cobardía. Sin embargo, no fue hasta 1980 que se incluye el término Trastorno por Estrés Post-traumático dentro del Manual de Diagnóstico de Trastornos Mentales desarrollado por la Asociación Estadounidense de Psiquiatría.

En la actualidad, todos los ejércitos emplean recursos para mejorar la respuesta al estrés de sus soldados. En concreto, la estandarización de procedimientos dentro de los ejércitos y en concreto la OTAN (Organización del Tratado del Atlántico Norte) ha permitido reducir las indecisiones ante la carga de estrés. Además, la simulación dentro de la instrucción y adiestramiento (instrucción acondicionada) permite aproximar la instrucción al escenario real.

Un ejemplo de esta instrucción acondicionada es la implementación de blancos con apariencia humana (siluetas). De esta forma se incrementó la tasa de tiro sobre el enemigo desde un 20% en la Segunda Guerra Mundial hasta el 95% en la guerra de vietnam (Siddle, 2005)

#### 3.2. Líneas de investigación previas

En el siguiente apartado se expondrán brevemente investigaciones previas relacionadas con este campo de estudio. Se relacionarán las hipótesis, conclusiones y líneas futuras con el objetivo, método y justificación del presente trabajo.

##### 3.2.1. Teóricas

Dentro de este marco teórico, encontramos “Sobre el combate: La psicología y fisiología del conflicto letal en la guerra y en la paz” cuya primera publicación fue en 2004. Sus autores, el teniente coronel Dave Grossman y Loren W. Christensen, realizan una investigación sobre los efectos psicológicos y fisiológicos que se producen en combate y sus consecuencias. Además, trata de aproximarnos a entrenamientos o métodos que permitan lidiar con el estrés de combate o el estrés postraumático.

Desde el Centro Universitario de la Defensa se presentan varios estudios que han influido positivamente en este trabajo. En concreto, en 2016, Ricardo Gascón Blasco nos presenta un trabajo teórico titulado “Entrenamiento psicológico en las Unidades para minimizar los riesgos del estrés de combate”. En este, expone diferentes entrenamientos psicológicos como el “Plan de Psicología de la Unidad Militar de Emergencias (PSICUME)” y el “Comprehensive Soldier and Family Fitness” entre otros.

Sin embargo, en estos se limita a explicar los entrenamientos y a desarrollar las diferentes teorías y conocimiento acerca del estrés. Por otro lado, el enfoque de estos entrenamientos es teórico y su objetivo es, en general, mejorar la resiliencia. Es decir, están dirigidos a prevenir o minimizar el estrés crónico o el

<sup>14</sup> *The Lancet* es la segunda revista médica con mayor influencia de sus publicaciones en la actualidad, fue fundada en 1823



estrés postraumático. Como se ha explicado en la introducción, el enfoque del estrés que se estudia en el presente trabajo es el estrés agudo (El que se produce al enfrentarse a situaciones angustiantes, exigentes o extenuantes).

### 3.2.2. Empíricas

A continuación, se expondrán brevemente los dos estudios a los que da continuidad esta investigación.

Por un lado, destaca el estudio realizado por el CAC Pablo Martínez Naranjo en 2016 titulado “Estudio del impacto del estrés de combate en el tiro”. En dicho TFG (Trabajo de Fin de Grado) se realiza un ejercicio de tiro similar al planteado en este caso. En dicho ejercicio hay varias estaciones en las que se aplican distintos niveles de estrés. Se plantean dos hipótesis. La primera, plantea que las estaciones con mayor carga de estrés tendrán peor rendimiento. La segunda, afirma que los sujetos con mayor experiencia tendrán mejores resultados.

En sus conclusiones confirma sus hipótesis. Por tanto, si los más experimentados consiguen mejores resultados, el entrenamiento e instrucción consiguen posible mejorar la respuesta al estrés. También concluye que los primeros instantes en los que se aplica el estrés son los que mayor impacto producen sobre el rendimiento. Finalmente, expone que la frecuencia cardiaca antes de realizar el ejercicio es sustancialmente más elevada que la de reposo. Esto indica que el hecho de realizar un ejercicio de tiro es de por si una situación estresante por los riesgos que implica.

Por último, plantea una serie de líneas futuras. Citando textualmente, plantea “el desarrollo de programas específicos de Instrucción y Adiestramiento orientados a la enseñanza en unidades de infantería ligera de la gestión del estrés en combate, y del autocontrol de las reacciones fisiológicas que produce.” Y “la realización de actividades de instrucción con mejores medios de simulación de escenarios, para que el personal se instruyera en el entorno más realista posible, así como sistemas de simulación de combate”. De esta forma, el presente TFG toma como punto de partida estas líneas futuras.

Por otro lado, el CAC Javier Sánchez Cascón en 2020 realiza una investigación similar a la anterior pero que también incluye el entrenamiento como punto de partida. Su TFG se titula “El estrés del combatiente. Problemas asociados y métodos de entrenamiento y preparación”. El objetivo de su proyecto consistía en analizar los efectos del estrés en una situación de simulación de combate y el diseño de entrenamientos que mejoren su respuesta.

La diferencia fundamental del presente trabajo con el de Sánchez Cascón radica en que el objetivo de este es demostrar la eficacia de un entrenamiento. Sánchez Cascón, por un lado, analiza los efectos del estrés y por otro lado ofrece posibles entrenamientos, pero, sin que estén probados empíricamente.

Su principal conclusión se resume en que “actualmente el nivel de acondicionamiento e instrucción frente al estrés en la unidad de estudio no es el más adecuado para enfrentarse a una situación real.” También concluye, de la misma forma que lo hace el CAC Naranjo, que los sujetos más experimentados tenían unos resultados significativamente superiores al resto.

En cuanto a las líneas futuras “se propone aumentar el tamaño de las poblaciones para tener más datos y así obtener conclusiones más claras y objetivas.” Algo que se implementa en este trabajo, ya que contamos con una muestra de 30 sujetos<sup>15</sup>. Además, como se afirma en dicho TFG se ha citado durante este proyecto a la frecuencia cardíaca como indicativo principal de estrés y como límite entre las diferentes zonas de reacción fisiológica y psicológica ante el estrés. Por ello podría introducirse dispositivos de medición de la frecuencia cardíaca.<sup>16</sup> Tanto en el TFG de Naranjo como en el presente se hace uso de instrumentos para medir la frecuencia cardiaca.

<sup>15</sup> El trabajo del CAC Naranjo contó con 16 sujetos. El del CAC Cascón con 20 sujetos.

<sup>16</sup> Fragmento del apartado “líneas futuras” del TFG “El estrés del combatiente. Problemas asociados y métodos de entrenamiento y preparación” p.23.



## 4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 4.1. Fases del estudio

El estudio se divide en tres fases:

- 1º Ejecución de la prueba 1 (pre-test)
- 2º Desarrollo del programa de instrucción en estrés en simulador Victrix
- 3º Ejecución de la prueba 2 (post-test)

La ejecución de la prueba 1 se realizó el 21 de septiembre de 2021. El entrenamiento de estrés con Victrix se realizó entre el 22 de septiembre y el 6 de octubre de 2021 y se realizaron 10 sesiones en total con el grupo de control. El ejercicio final, prueba 2, se realizó el 7 de octubre de 2021.

### 4.2. Diseño del estudio

#### 4.2.1. Diseño de la prueba(test)

La prueba se diseñó con tres objetivos principales. Por un lado, ser capaz de aplicar cargas de estrés suficientes. Por otro lado, ser lo suficientemente segura para poder realizarla con personal con experiencia muy variada. Por último, se debía poner a prueba las capacidades de los soldados. Teniendo en cuenta lo anterior, se diseñó la propuesta de ejercicio compuesta de diferentes actividades antes de efectuar fuego que se presenta en el anexo A y que se expondrá brevemente en el apartado 4.2.2

En cuanto al diseño se ha tratado de simular una situación de combate en la que los soldados puedan poner a prueba sus habilidades, concentración y aptitudes físicas. Además de aproximar la simulación de la instrucción a la realidad lo máximo posible (Cascón, 2020). Se ha buscado implementar estresores físicos y psicológicos. De esta forma, se diseñaron tres estaciones que implementan estos estresores. Teniendo en cuenta además que el tiro es una actividad estresante por sí misma (Naranjo, 2016).

Además, para el diseño se ha contado con la experiencia del sargento Grau y el cabo primero Pérez, personal destinado en la propia unidad con amplia experiencia en ejercicios de tiro y participación en operaciones. En una entrevista personal con el CAC Bergillos le aclararon dudas sobre las medidas de seguridad y las posibilidades de implementación de estresores. En concreto tuvo que rediseñarse el ejercicio por dos motivos. El primero se debe a que gran parte de la tropa tiene poca experiencia y el segundo al soporte médico existente. Dicho soporte no permitía la realización de tiro en movimiento<sup>17</sup>.

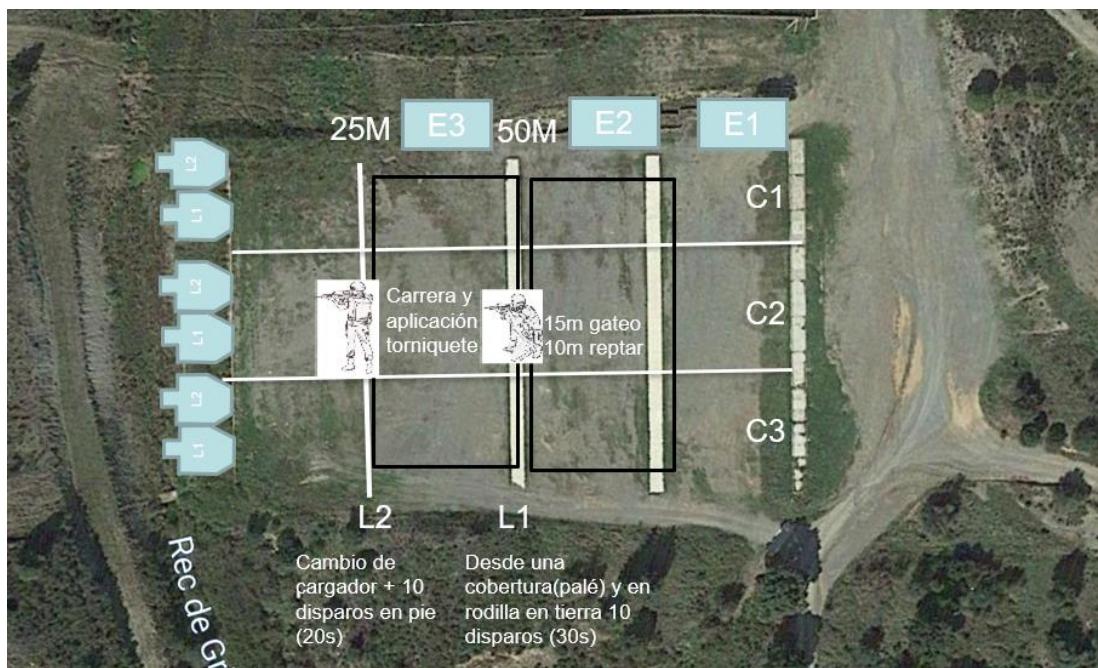
Para acabar el diseño se hizo una primera prueba con soldados más experimentados para poder optimizar el ejercicio en cuanto los márgenes de tiempo y la seguridad. El objetivo era que la media de impactos no superara el 50% del total para poder discriminar mejor la mejora. El resultado de esta prueba reflejó que la media de impactos de los propios soldados experimentados no superó el 50% pero fue superior al 25 % de los impactos totales. Esto indica que el ejercicio es lo suficientemente exigente para que todos tengan margen de mejora y lo suficientemente sencillo para tener un punto de referencia con el que empezar, es decir, ningún sujeto parte de 0 impactos

La prueba consiste en tres estaciones (E1, E2, E3) y dos líneas de tiro (L1, L2). En cada una de las estaciones se implementa un estresor diferente, psicológico, físico y ambos. Además, la línea de tiro se compone por tres calles (C1, C2, C3). Por último, cada calle consta de dos siluetas.

De esta forma, habrá un tirador que ocupa cada una de las calles, es decir, el ejercicio se realiza en tandas de tres. A cada tirador le acompaña un instructor encargado de supervisar, evaluar y estresar al tirador en las diferentes estaciones.

A continuación, en la figura 6 se muestra un esquema de la prueba:

<sup>17</sup> Modalidad de tiro en la que los tiradores no están a la misma distancia de los blancos a la hora de disparar.



6. Esquema de la prueba extraido del documento "ANEXO A"

#### 4.2.2. Descripción de la prueba

Los sujetos portan el siguiente material para la realización de la prueba: casco “Cobat”, chaleco anti-fragmentos, FUSA HK G36E con dos cargadores, dos portacargadores y protector auditivo.

Durante la primera estación E1 se hace uso de un vehículo ligero “Aníbal”<sup>18</sup>. En el compartimento trasero del mismo se coloca una bolsa con 60 cartuchos de munición 5.56 ordinario (OTAN)<sup>19</sup>

Antes de comenzar los instructores toman los valores ppm (pulsaciones por minuto) de los sujetos. El instructor jefe marca el comienzo del ejercicio cuando los tres sujetos de la tanda se han introducido en el vehículo ligero.



7 Tirador introduciéndose en el compartimento trasero del vehículo ligero “Aníbal”, se puede apreciar la bolsa con munición en la parte inferior derecha

Una vez que el instructor jefe da comienzo el ejercicio comienza la estación 1 (E1). En esta los tiradores disponen de 80s para municionar 10 cartuchos en cada cargador (20 en total) mientras el vehículo realiza

<sup>18</sup> Vehículo todoterreno ligero en dotación del Ejército de Tierra.

<sup>19</sup> Munición empleada por los Fusiles de Asalto de la mayoría de los ejércitos pertenecientes a la OTAN



un recorrido. Al terminar el recorrido el vehículo se detiene en el centro de la línea de tiro y los tiradores deben salir a la carrera de este. El objetivo de esta estación es provocar un estrés psicológico. Dentro de un espacio reducido y en movimiento deben completar una tarea, a priori, sencilla. Además, deben competir con sus compañeros por el pequeño espacio que tienen para realizar la tarea. Esto se puede apreciar claramente en el documento gráfico “MUNICIONAMIENTO”.



*8. Tiradores municionando en vehículo ligero*

La estación 2 (E2) pretende desgastar físicamente a los tiradores introduciendo estrés físico. Deben realizar una aproximación hasta un abrigo<sup>20</sup> que se simula mediante palés. En esta aproximación realizarán 15m gateando y 10m reptando. Esta estación no tiene límite de tiempo. No obstante, el inicio de fuego<sup>21</sup> lo indica el instructor cuando el último llega a la línea de tiro 1(L1). Esto implica que los primeros parten con ventaja, ya que, pueden usar ese tiempo para cubrirse y alimentar el arma<sup>22</sup>. Esto último añade el suficiente estrés manteniendo la seguridad de la línea de tiro.



*9. Estación 2 gateo*

<sup>20</sup> Es un término militar que se usa para describir el obstáculo natural o artificial que impide que un proyectil impacte sobre el soldado o la unidad. Se diferencia de una cobertura en que esta última solo impide la visión del enemigo, pero no la penetración de un proyectil.

<sup>21</sup> El inicio de fuego marca la orden de disparar

<sup>22</sup> Alimentar el arma es el término usado para introducir un cartucho en la recámara, es decir, dejar el arma lista para disparar.



10. Estación 2, reptando

Una vez que el último alcanza la línea de 50 metros, el instructor jefe da la orden de inicio de fuego. Los tiradores disponen de 20 segundos para ejecutar 10 disparos en rodilla en tierra sobre la silueta número 1 (izquierda). Estos impactos se evaluarán posteriormente ya que son variable de estudio.



11. Línea de tiro 1. Posición rodilla en tierra sobre cobertura

Una vez finalizado el tiempo el instructor jefe marca el cese de fuego. A continuación, se desarrolla la estación 3 (E3). Deben correr hasta la línea de 25 metros y depositar el fusil apuntando hacia los blancos. En esta posición encontrarán un torniquete que deberán colocarse correctamente. Entendiendo que el criterio para la correcta colocación es, a menos de un palmo de la ingle y la imposibilidad de introducir los dedos en el espacio entre el torniquete y la pierna del tirador. Para realizar esta acción, desde que se deposita el fusil en el suelo, tienen 25 segundos.

Una vez acabado ese tiempo, cuentan con otros 20 segundos para ponerse en pie y realizar 10 disparos a la silueta 2 (derecha). Esto se corresponde con la segunda línea de tiro (L2). En este caso el estrés es psicológico, debido al límite de tiempo, y físico, debido a el dolor producido por un torniquete correctamente colocado y la inestabilidad al ejecutar el disparo con el peso sobre una pierna.



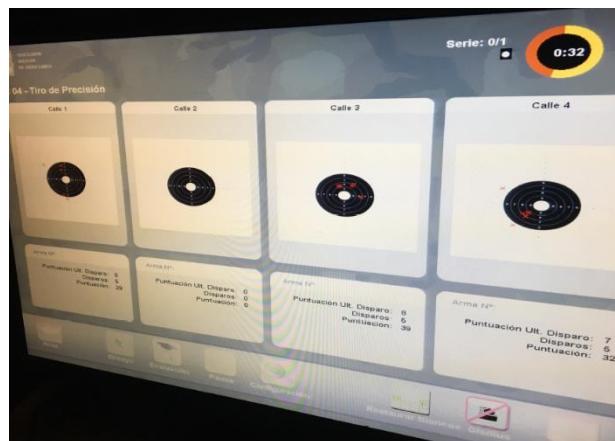
12. Tirador realizado la colocación del torniquete

En este caso son variables de estudio, tanto la colocación del torniquete como lo impactos en la silueta 2 (derecha). Al terminar la línea de tiro 2 se realiza la comprobación del arma<sup>23</sup>. Finalmente, los instructores comprueban pulsaciones, torniquete y se evalúan los impactos.

#### 4.2.3. Diseño de entrenamiento en *Victrix*

##### ¿Qué es *Victrix*?

El sistema *Victrix* es un simulador de tiro que ofrece multitud de posibilidades para la instrucción. El simulador se puede diferenciar en dos partes. Por un lado, el campo/galería de tiro en la que se pueden realizar diferentes ejercicios cambiando parámetros. Estos parámetros pueden ser tipo de blanco (silueta, blanco de precisión, enemigo simulado), distancia, movimiento de los objetivos, iluminación, disposición y entorno. También se pueden implementar escenarios con blancos aliados neutrales y múltiples.



13. Resultados de un ejercicio *Victrix* Fuente: González Palma (2019)

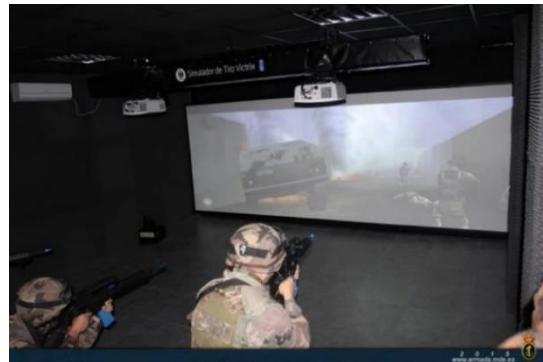
El instructor puede definir y generar sus propios ejercicios de tiro y obtener informes para su posterior análisis. Además, permite realizar cualquiera de las prácticas habituales de instrucción usadas por las Fuerzas Armadas. El simulador *Victrix* permite también realizar entrenamientos tácticos tanto de manera individual como en grupo mediante misiones creadas por el instructor sobre escenarios 3D abiertos, donde los alumnos se encontrarán con personajes aliados, neutrales y/o hostiles y múltiples maneras de alcanzar

<sup>23</sup> Procedimiento estándar que verifica que el arma esta descargada (sin munición)



los objetivos.

Por otro lado, contamos con el armamento simulado. Este tiene incorporado “una modificación rápida y completamente reversible para pasar de fuego real a simulación, y viceversa, con capacidad de monitorización inalámbrica y posibilidad de activar interrupciones.” Además, una vez introducido el sistema en el arma, “funciona de forma completamente independiente, incluyendo en el cargador un sistema recargable de aire comprimido para simular el retroceso sin necesidad de ir conectado a dispositivos externo.”<sup>24</sup>



14. Instrucción en Victrix, redacción infodefensa.com

Por último, el sistema puede ir acompañado de otro sistema complementario llamado “Gladius”. Este es un dispositivo de simulación de fuego hostil. Dispara bolas de goma reutilizable de 9 milímetros. El instructor lo puede controlar mediante un joystick<sup>25</sup> o puede activar el sistema de seguimiento autónomo. Además, el sistema es portátil por lo que permite cambiar la configuración de los escenarios rápidamente.

### Diseño de la prueba

Teniendo en cuenta las posibilidades que brinda del simulador Victrix con el sistema Gladius se diseñaron una serie de ejercicios. Estos ejercicios tienen como objetivo principal mejorar la concentración en el tiro ante situaciones de estrés. Y como ya se expuso en el diseño de la prueba, este diseño también debía incluir ejercicios con estresores de diferentes tipos.



14. Sistema "Gladius", Indra sistemas

<sup>24</sup> Fragmento extraído del documento “Simulador de Fusil de Asalto” de Indra sistemas.  
([https://www.indracompany.com/sites/default/files/indra-simulador\\_de\\_tiro\\_militar-victrix.pdf](https://www.indracompany.com/sites/default/files/indra-simulador_de_tiro_militar-victrix.pdf))

<sup>25</sup> Palanca de mando



El diseño tuvo en cuenta las líneas futuras que recogían Cascón y Naranjo en sus respectivos TFG. De esta forma, los ejercicios están en consonancia con aspectos de la instrucción diaria, tácticas y procedimientos. Sin embargo, es importante recalcar que no se instruyó a los sujetos en aspectos relacionados con las estaciones del ejercicio como el municiónamiento de cargadores o la colocación del torniquete. Sí se realizó instrucción de estos aspectos pero antes de realizar la prueba ya que se realizó el ejercicio en seco antes de realizar la prueba 1.

El estresor fundamental sobre el que se basaron todos los ejercicios fue la incertidumbre. Esta se complementó con la distracción del sujeto, el desgaste físico o el forzar cambios en el entorno ya que son acciones fundamentales a tener en cuenta para crear estrés (Grossman, 2004).

Por último, el diseño tuvo en cuenta las instalaciones disponibles. El edificio donde se encontraba en funcionamiento el sistema *Victrix* está dividido en dos habitaciones. Estas cuentan con 150 metros cuadrados cada una. Además, la sala *Victrix* cuenta con 20 paneles que permiten diseñar un entorno similar al de una casa, con habitaciones y pasillos. Este dato es un factor clave para conocer cuánta gente puede realizar el ejercicio a la vez y además qué ejercicios se pueden realizar.

#### 4.2.4. Descripción del entrenamiento “*Victrix*”

Para la realización de los ejercicios, los sujetos portan el siguiente material: casco “Cobat”, chaleco “peco” y FUSA HK G36E de simulación *Victrix*. El personal necesario para realizar los ejercicios son 4 participantes que forman parte del ejercicio, un instructor que coordina y un encargado de simulación en el puesto de control del *Victrix* para activar los ejercicios y operar el *Gladius*. En cada tanda, de los 4 participantes que realizan el ejercicio, en cada tanda, dos de ellos son ejecutantes y otros dos son instructores encargados de guiarlos y estresarlos según el caso.

Los ejercicios se realizan en el siguiente entorno:



15. Edificio del simulador *Victrix* en la base “Álvarez de Castro”

Para la correcta realización del ejercicio debe existir una zona en el exterior que permita hacer ejercicio físico. Además, es necesario que los participantes se sitúen en una zona de espera desde la que no tengan visibilidad del ejercicio que se prepara para mantener la incertidumbre. Por último, la sala contigua favorece la instrucción, pero no es un requisito indispensable.

A continuación, se mostrará una tabla matriz en la que se nombran los ejercicios. Los ejercicios se separaron entre los que se implementaba estrés durante el tiro y los que lo tenían antes de este. Esto se hace con el objetivo de cambiar de estresor en cada tanda. Cabe recordar que el aspecto fundamental del entrenamiento es la implementación de estresores e incertidumbre. El diseño de cada ejercicio en concreto dependerá de la creatividad y recursos del instructor.



## 1. TABLA DE EJERCICIOS

1. ESTRÉS EN EL TIRO	2. ESTRÉS ANTES DEL TIRO
A. CIRCUITO DE MAMPARAS CON SILUETAS	A2. BURPEES <sup>26</sup> Y CARRERA
B. CIRCUITO CON MAMPARAS Y COBERTURA + GLADIUS	B2. INSTINTIVO CON REDUCCIÓN
C. LUZ DIURNA-LUZ TENUE	C2. MONTAJE Y DESMONTAJE
D. CARGADOR DESCARGADO (CAMBIO DE CARGADOR)	D2. "MONTAJE Y DESMONTAJE" EN OSCURIDAD
E. GLADIUS	E2. LUCHA CON PORTEROS

En cada ejercicio el par de participantes que no ejecutan (instructores) son los encargados de preparar cada ejercicio según las instrucciones del instructor jefe. Además, el encargado de simulación programará el tipo de silueta, distancia y tiempo que le solicite el instructor jefe.

A continuación, se expone la tabla en la que se describe brevemente cada ejercicio y los roles de tiradores e instructores:

## 2. Descripción de ejercicios

Ejercicio	Procedimiento	Tiradores	Instructores
<b>A</b> Este ejercicio se ejecutó cambiando la distribución de las mamparas en cada tanda y la distancia de las siluetas	Los tiradores cuentan con 15 segundos para llegar a la línea y realizar 10 disparos	Deberán encontrar el camino para llegar a la línea de tiro en el menor tiempo posible mientras los instructores les distraen mediante la voz.	Preparan la sala <i>Victrix</i> con mamparas de tal forma que dificulten la llegada a la línea de tiro. Acompañan a los tiradores.
<b>A2</b> Este ejercicio puede incluir el ejercicio físico que se proponga	Los tiradores disponen de 10 segundos desde que el primero entra por la puerta de la sala, sin límite de disparos	Realizan 20 burpees en la zona de espera y luego se dirigen a la carrera a la línea de tiro, el segundo parte con desventaja	Despejan la sala en su caso
<b>B</b> Se puede modificar de forma similar al A	Disponen de 20 segundos para realizar el recorrido y realizar 10 disparos mientras se cubren	Deberán encontrar el camino para llegar a la línea de tiro en el menor tiempo posible, al llegar a la línea deberán cubrirse, ya que el dispositivo Gladius les estará disparando	Preparan la sala <i>Victrix</i> con mamparas de tal forma que dificulten la llegada a la línea de tiro. No acompañan a los tiradores
<b>B2</b> En este ejercicio se practica el tiro instintivo con dos siluetas por tirador	Desde la línea de tiro disponen de 15 segundos para realizar 10 disparos con doble disparo (tap) a cada silueta	Parten de la posición de pie enfrentado a los blancos, cuando se da la voz de inicio son reducidos por los instructores	Al comenzar el ejercicio reducirán a los tiradores y los dejarán en la posición de tumbado

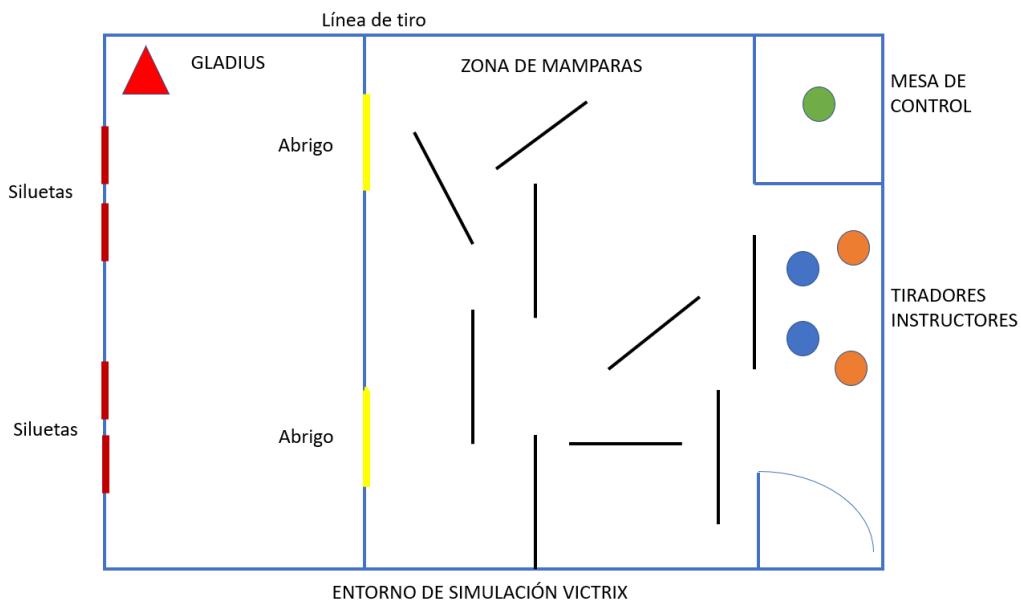
<sup>26</sup> Es un tipo de ejercicio que consiste en realizar una extensión de hombros y seguidamente un salto



<b>C</b> La dificultad radica en que entrarán prácticamente sin visión y en efecto túnel ya que pasan del exterior con mucha claridad a un interior muy oscuro	Se disminuye la intensidad de la iluminación de la sala hasta ser tenue. Disponen de 15 segundos para encontrar un fusil y realizar 10 disparos	Parten desde la zona de espera sin fusil. Deben entrar a la carrera y buscar un fusil en la línea	Despejan las mamparas en su caso y depositan un fusil en la línea. Disminuyen la luz de la sala a muy tenue
<b>C2</b> En este caso pueden practicar el procedimiento de montaje de fusil	El montaje se realiza en la sala contigua. Disponen de 10 s desde que entra el primero, el segundo parte con desventaja	Parten desde la zona de espera y son conducidos a la sala contigua, deben de montar el fusil y correr hacia la sala <i>Victrix</i>	Dejan desmontados los fusiles y los estresan durante el montaje
<b>D</b> Practican el procedimiento de interrupción y cambio de cargador	Disponen de 20 segundos para realizar 10 disparos, con cambio de cargador	Parten desde la posición de partida en la sala <i>Victrix</i> . Se les proporcionará un fusil con un cargador vacío. Se les proporcionará otro a parte lleno. No sabrán que el que llevan está vacío	Preparan la sala <i>Victrix</i> con mamparas de tal forma que dificulten la llegada a la línea de tiro. No acompañan a los tiradores
<b>D2</b>	Una vez entran en sala contigua se apaga la luz durante 2 minutos, luego cuentan con 15 segundo para realizar 10 disparos.	Parten desde la zona de espera y deben tratar de montar el fusil	Desmontan el fusil y esperan a los tiradores en la sala contigua, al terminar los 2 minutos l
<b>E</b> Deberán aguantar un poco de dolor	Se activará el <i>Gladius</i> durante 15 segundos y deparará a las piernas de los tiradores	Desde la línea de tiro y en pie deberán realizar 10 disparos. Sin cambiar de posición a pesar de los disparos	Despejarán la sala si procede.
<b>E2</b> No están permitidos los golpes	Disponen de 10 segundos para realizar 10 disparos una vez que entra el primero	Parten desde la zona de espera y tendrán que tratar de quitar a los instructores que estarán bloqueando la puerta en el menor tiempo posible	Estarán esperando a los tiradores y tratarán de rechazarlos hasta que el primero entre o por un máximo de 1 minuto



### Representación gráfica del entorno de simulación:



16. Ilustración del entorno de simulación correspondiente al Anexo D

Como se puede observar es muy amplia la variedad de ejercicios a realizar y la diferencia entre estos dependerá de los recursos, limitaciones y creatividad del instructor. Es importante reiterar la importancia del desconocimiento de la tarea previo al ejercicio e incentivar la competitividad de los participantes, premiando a los mejores.

Por último, es fundamental entender cómo se plantearon los ejercicios para realizar un entrenamiento adecuado. Teniendo en cuenta que se trabaja con tandas de 4 en las que no se debe repetir ciertos ejercicios.

Cada sesión de entrenamiento está compuesta por 4 ejercicios diferentes, en total se realizaron 10 sesiones para el grupo de estudio. Por tanto, en una sesión, los participantes realizan como tiradores dos ejercicios diferentes. Así una configuración correcta de una sesión en la que se cambian roles en cada tanda sería, por ejemplo: A-A2-B2-B. También sería correcta la configuración A-B2-B-A2 si se cambian roles cada dos rondas. El objetivo debe ser no que los ejercicios tiradores no puedan prever el ejercicio. De esta forma, se pueden hacer las configuraciones que se quiera. Es evidente también que hay configuraciones más eficientes que otras ya que requieren preparar menos o mantener en entorno de simulación ya creado.

## 4.3. Análisis del estudio

### 4.3.1. La muestra

El estudio contó con 30 participantes. Todos ellos varones de entre 18 y 27 años, pertenecientes a la 3<sup>a</sup> Compañía del Batallón “Badajoz” I/62. Esta muestra se dividió en dos para conformar un grupo de estudio y un grupo de control. Los criterios para dividir el personal fue principalmente la disponibilidad. Participar en el estudio implicaba una alta disponibilidad, ya que, debían realizar las 10 sesiones de entrenamiento en los días que la compañía tenía asignado el simulador *Victrix*.

De esta forma, el grupo de control se conformó por el personal que tenía cometidos adicionales como ser tripulación de los VCI (Vehículo de Combate de Infantería) “Pizarro”<sup>27</sup>, conductores o personal perteneciente a la plana de la compañía<sup>28</sup>. Es importante aclarar que este personal, por lo general, debido a sus puestos tácticos era más antigua<sup>29</sup>. Esto implica que se espera que obtengan mejores resultados en

<sup>27</sup> Vehículo de combate en dotación de las unidades mecanizadas del Ejército de Tierra

<sup>28</sup> Personal de la compañía que se dedica a auxiliar al capitán en labores administrativas y logísticas.

<sup>29</sup> Término que se usa dentro del Ejército para describir al personal con más experiencia.



promedio.

Por otro lado, el grupo de estudio estaba conformado por tropa más moderna<sup>30</sup> y por lo tanto con menos cometidos. En este caso, se espera que la puntuación media de este grupo sea menor. De este modo, es previsible que el margen de mejora de este grupo sea mayor.

### 4.3.2. Metodología y resultados

El estudio consiste en un análisis estadístico en el que se comparan dos muestras, una muestra de control que no realiza los entrenamientos y una muestra de estudio. Para discriminar la efectividad del entrenamiento se ha utilizado la variable puntuación (número de impactos). Aunque también se han recogido otras variables como la frecuencia cardíaca, antes y después de realizar el ejercicio, y la colocación del torniquete, variable binaria (correcto/incorrecto). El propósito de esto es disponer de más información que pueda reafirmar o desmentir la hipótesis principal.

Para confirmar la efectividad del entrenamiento se deben demostrar dos hipótesis:

**Hipótesis 1:** La muestra que realiza el entrenamiento incrementa su puntuación en la segunda prueba.

**Hipótesis 2:** La mejora del grupo de estudio es sensiblemente mayor que la que pueda existir en el grupo de control.

Por tanto, primero debemos demostrar que el grupo de estudio mejora, se plantean dos hipótesis:

· **H<sub>0</sub>:** No se produce un incremento en los impactos de los participantes del estudio.

$$H_0: \mu_d \leq 0$$

· **H<sub>1</sub>:** Se produce un incremento en los impactos de los participantes en el estudio.

$$H_1: \mu_d > 0$$

Para el contraste de hipótesis se va a realizar una prueba T de student<sup>31</sup> para muestras relacionadas con un nivel de confianza del 95% (nivel de significación de 5%). La muestra está constituida por 15 sujetos sobre los que se realizan dos observaciones de la misma característica, pero tomadas en distintos momentos (antes y después de un entrenamiento), es decir, solo existe una población y una muestra. Para su análisis se define una nueva variable, la variable diferencia  $d = X - X_0$ . Siendo  $X$  los impactos en el post-test y  $X_0$  los impactos en el pre-test.

<sup>30</sup> Término que se usa dentro del Ejército para describir al personal con menos experiencia.

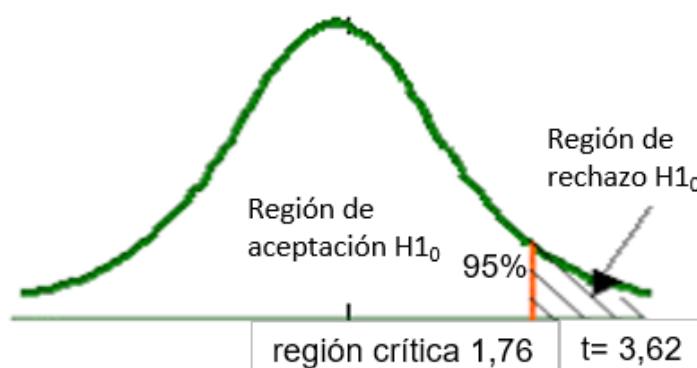
<sup>31</sup> Una prueba t (también conocida como prueba t de Student) es una herramienta para evaluar las medias de uno o dos grupos mediante pruebas de hipótesis. Una prueba t puede usarse para determinar si un único grupo difiere de un valor conocido (una prueba t de una muestra), si dos grupos difieren entre sí (prueba t de muestras independientes), o si hay una diferencia significativa en medidas pareadas. (Portal de información estadística, imp.com)



En esta primera hipótesis los resultados arrojados son los siguientes:

*1. Resultados de la prueba T para la hipótesis 1*

<b>Prueba t para medias de dos muestras emparejadas</b>	
X	X0
Media	8,4000 5,7333
Varianza	5,8286 10,0667
Sujetos	15,0000 15,0000
Coeficiente de correlación de Pearson	0,5091
Diferencia hipotética de las medias	0,0000
Grados de libertad	14,0000
Estadístico t	3,6299
P(T<=t) una cola	0,0014
Valor crítico de t (una cola)	1,7613
P(T<=t) dos colas	0,0027
Valor crítico de t (dos colas)	2,1448



*14. Diagrama de región de aceptación para una cola*

Observamos que el p-valor<sup>32</sup>(0,0014) está por debajo del nivel de significación (0,05) y por lo tanto se descarta  $H_{10}$  con un nivel de confianza del 95%. Además, podemos observar como la mejora experimentada en el número de impactos ha sido del 47%.

Para contrastar la hipótesis 2 se va a realizar una prueba T de student para muestras independientes con un nivel de confianza del 95% (nivel de significación de 5%). Las muestras están constituidas por 15 sujetos cada una. Se realizan dos observaciones de la misma característica, pero tomadas en distintos momentos (2 semanas de diferencia), es decir, existen dos poblaciones y dos muestras. El grupo de estudio realiza 10 sesiones de entrenamiento durante las dos semanas. El grupo de control no realizó entrenamientos con estrés durante las dos semanas. Al igual que el anterior caso, tenemos dos variables por cada muestra, número de impactos en el pre-test ( $X_0$ ) y número de impactos en el post-test ( $X$ ). Por tanto, pasamos a utilizar las diferencias. Para la muestra de control “D<sub>c</sub>” y para la muestra de estudio “D<sub>E</sub>”.

Por tanto, en segundo lugar debemos demostrar que el grupo de estudio mejora más que el grupo de control. Teniendo la variable  $d = D_E - D_c$ , se plantean dos hipótesis:

<sup>32</sup> El valor de p (p-valor) tiene relación con la fiabilidad del estudio, cuyo resultado será más fiable cuanto menor sea la p: en realidad, el valor de p nos indicaría la probabilidad de obtener un valor semejante si se realiza el experimento en las mismas condiciones. (Definición de María Molina Arias, Scielo.es)



·  $H_0$ : La diferencia de los impactos en el grupo de estudio es igual o inferior a la diferencia de los impactos del grupo de control.

$$H_0: \mu_d \leq 0$$

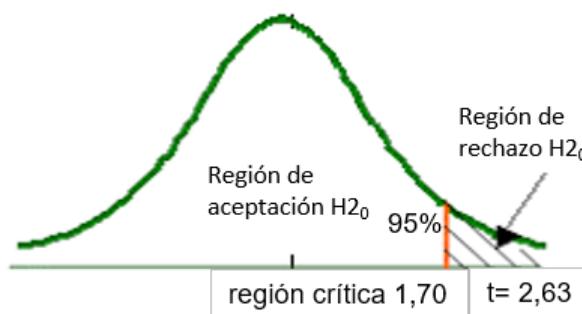
·  $H_1$ : La diferencia de los impactos en el grupo de estudio es mayor a la diferencia de los impactos del grupo de control .

$$H_1: \mu_d > 0$$

Los resultados de la prueba T de student son los siguientes:

#### 2. Resultados de la prueba T para la hipótesis 2

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales		
	De	Dc
Media	2,6667	0,2667
Varianza	8,0952	4,3524
Observaciones	15,0000	15,0000
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	26,0000	
Estadístico t	2,6346	
P(T<=t) una cola	0,0070	
Valor crítico de t (una cola)	1,7056	
P(T<=t) dos colas	0,0140	
Valor crítico de t (dos colas)	2,0555	



15. Diagrama de región de aceptación para una cola

El p-valor arrojado por la prueba T de student para muestras independientes es de 0,007 para una cola. Este valor se encuentra por debajo del nivel de significación (0.05) y por lo tanto se descarta  $H_0$  con un nivel de confianza del 95%. Además, podemos observar como la mejora experimentada por el grupo de estudio en comparación con la mejora del grupo de control ha sido del 44%.

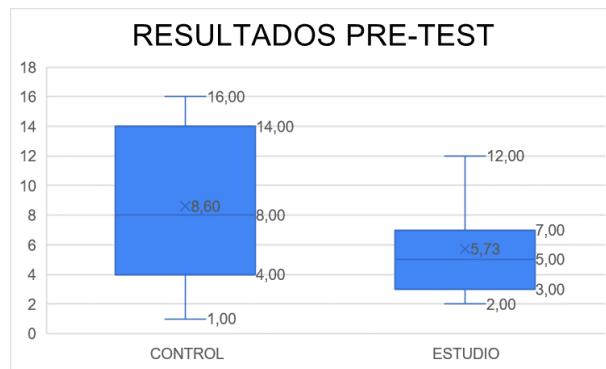
En conclusión, según el análisis estadístico planteado, se puede afirmar que el entrenamiento ha sido capaz de incrementar el número de impactos en un 44%.



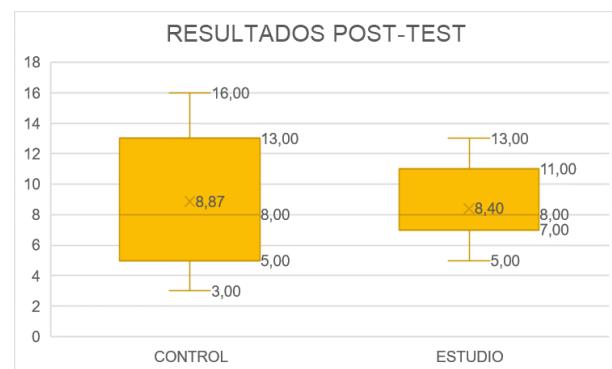
### 4.3.3. Análisis de los resultados

A continuación, se realizará una comparación cualitativa y cuantitativa de los resultados de ambos grupos (control y estudio). Con esta comparación se busca describir los resultados hallados.

4. Diagrama de velas para el pre-test



3. Diagrama de velas para el post-test



De los gráficos anteriores se desprenden ciertas conclusiones. Por un lado, como ya se había previsto en el apartado 4.3.1, el grupo de control obtuvo en la primera prueba unos resultados 50% mejores que el grupo de control. Siendo la media del grupo de control de 8,6 impactos y del grupo de estudio 5,73. Esto refuerza la idea de que los soldados más antiguos tienden a hacerlo mejor en ejercicios de tiro(Naranjo, 2016).

Por otro lado, también se observa como la desviación típica<sup>33</sup> es mayor en el grupo de control, tanto en el pre-test como en el post-test. Esto puede deberse a que el grupo de control es más heterogéneo. En concreto, dentro de este grupo había soldados que tenían de 4 años a 6 meses de antigüedad. En el caso del grupo de estudio el soldado más experimentado tenía un año de experiencia. Por tanto, se puede concluir que la experiencia es uno de los factores más relevantes en el tiro. (Cascón, 2020).

La diferencia entre los valores máximos es casi imperceptible, esto puede deberse a que la dificultad de la prueba no es lineal sino logarítmica. Esto quiere decir que, cuantos más impactos realizas, más difícil es realizar más impactos. Esto necesariamente tiene un impacto sobre la posible mejora que tendría el grupo de control. Aun así, la diferencia de mejora con respecto al grupo de estudio es lo suficientemente significativa (47%) para demostrar la validez del entrenamiento.

La mejora del grupo de control fue del 5,5%. Esta diferencia de valor no es lo suficientemente relevante para aportar conclusiones. Sin embargo, puede deberse tanto a una fluctuación esperable dentro de la normalidad o al hecho de que los participantes ya conocían la prueba y podían corregir ciertos errores.

Por último, se puede observar cómo en ambos casos sí se han mejorado los valores mínimos. Esto puede deberse, como se ha indicado antes, a que la dificultad de la prueba es logarítmica y por tanto, mediante pequeños ajustes, los participantes que peores resultados obtuvieron en la primera prueba han conseguido mejorar notablemente.

### 4.3.4. Contraste de las medidas con el marco teórico

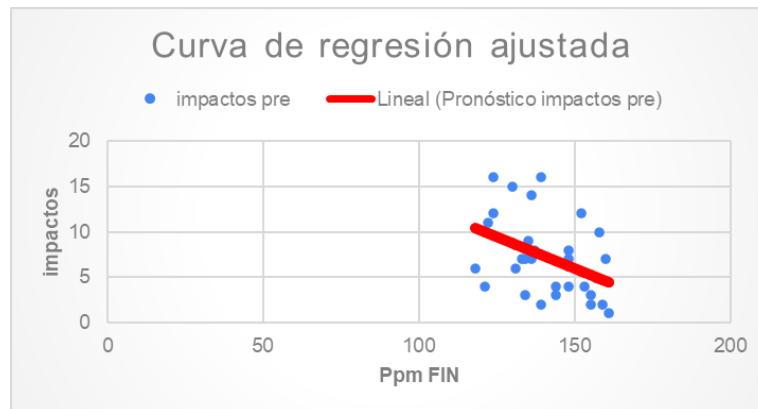
En el siguiente apartado se tratará de concluir si los datos obtenidos concuerdan con el marco teórico.

Debajo se muestra una gráfica que relaciona el número de impactos obtenidos en la prueba 1 con las pulsaciones al final de dicha prueba (Ppm FIN)

<sup>33</sup> Se refiere a la dispersión media de una variable, cuanto varía de media.



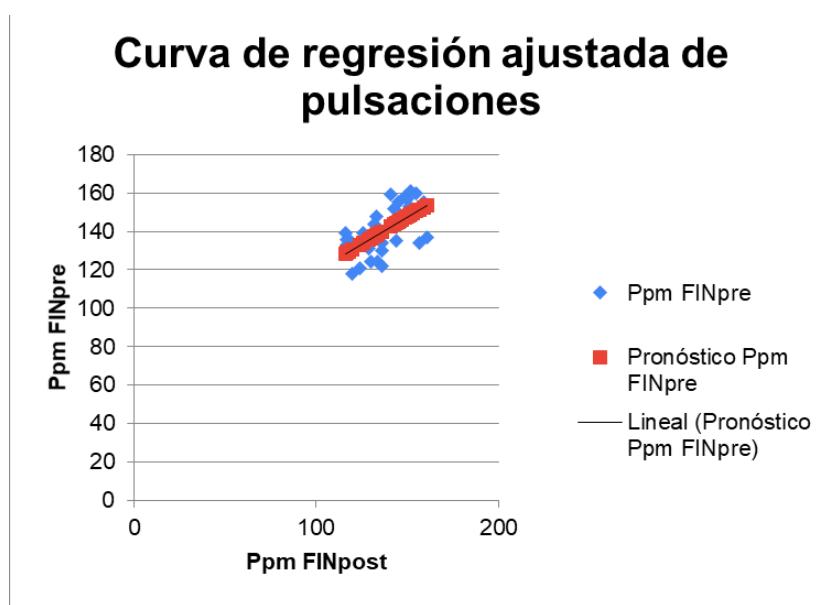
##### 5. Curva de regresión impactos-pulsaciones



En este caso y atendiendo a los estudios de Grossman podemos observar cómo se relaciona inversamente las pulsaciones con el número de impactos. Pulsaciones más bajas, pronostican mayor número de impactos y viceversa. De forma más evidente, podemos apreciar cómo a partir de más de 145 pulsaciones por minuto la media de impactos baja sustancialmente y no se supera en ningún caso los 13 impactos. Esto concuerda con bastante precisión con las teorías de Grossman en las que expone que la zona roja es el rango de pulsaciones en el que se produce una optimización del rendimiento y mejora memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva. La zona roja abarca desde el entorno de 110ppm hasta 145ppm<sup>34</sup>. Por el contrario, a partir de 145ppm se entra en la zona gris en la que se produce una pérdida de profundidad y una degradación de la motricidad compleja. Esto explica el descenso evidente del rendimiento de los sujetos a partir de dicha frecuencia cardíaca.

A continuación, se muestra una tabla en la que se representa la regresión lineal ajustada a las pulsaciones obtenidas al final de la prueba 1 (Ppm FINpre) y al final de la prueba 2 (Ppm FINpost).

##### 6. Curva de regresión de pulsaciones



Como bien se puede observar hay una correlación directa entre las pulsaciones obtenidas en la primera prueba y en la segunda. Los sujetos que tuvieron pulsaciones más altas en la primera prueba también mostraban pulsaciones altas en la segunda. Los que se mostraron más tranquilos en el primer intento, por lo general, también lo estuvieron en el segundo.

Esta gráfica indica que el entrenamiento no ha influido sobre las pulsaciones de los sujetos o, por lo menos, no lo ha hecho de forma notable. De esta forma, la mejora del grupo de estudio no puede atribuirse

<sup>34</sup> El rango de pulsaciones está calculado para un hombre adulto promedio con frecuencia cardiaca máxima 200ppm. Los rangos pueden variar según la complejidad, salud, VO2max y otras variables.



a un descenso en las pulsaciones.

Por último, cabe destacar que en la segunda prueba el torniquete fue colocado correctamente por 20 de los 30 sujetos que participaron. En la prueba 1 fueron 17 participantes. Así, tampoco podemos atribuir la mejora del grupo de control a que estos hayan dejado de lado una de las tareas (Estación 3) para centrarse en los impactos.



## 5. CONCLUSIONES

Finalmente, se expondrán las conclusiones del estudio. En primer, lugar se relatarán las carencias que han surgido en la realización del estudio de modo que se puedan evitar o minimizar en otros similares. A continuación, se discutirá si se han alcanzado los objetivos y se abordarán las conclusiones oportunas. Por último, se propondrán líneas de trabajo oportunas para próximas investigaciones relacionadas con la instrucción con estrés.

### 5.1. Limitaciones

El estudio ha sufrido de varias carencias, en este apartado se relatará las que puedan afectar a trabajos de investigación como este. En primer lugar, la necesidad de una cantidad significativa de participantes para realizar los estudios. En el caso de anteriores trabajos, como el de Sánchez Cascón, se incidía en la necesidad de aumentar las poblaciones para futuros trabajos. En este caso, el incremento ha sido evidente. Sin embargo, este incremento solo ha podido realizarse escogiendo a los soldados más novatos, ya que, los más veteranos tenían una disponibilidad mayor.

Por otro lado, la disponibilidad de las instalaciones en la mayoría de las unidades es limitada. Los campos de tiro y los simuladores *Victrix* están sujetos a normativas y peticiones de uso. Por lo tanto, la anticipación y planificación de estas solicitudes es fundamental para poder hacer uso de ellas. El campo de maniobras de San Clemente cuenta con 4 campos de tiro, 2 de ellos de 200 m. Aun así, la prueba 2 tuvo que ser retrasada en dos ocasiones. Una de ellas se debió a la falta de personal sanitario que pudiera estar presente en el ejercicio.

La disponibilidad del sistema *Victrix* es otro de los factores limitantes a la hora de realizar un entrenamiento. La mayoría de las unidades de Infantería disponen de un sistema de este tipo. No obstante, es posible que en alguna unidad se encuentre fuera de servicio o no dispongan de este. Además, desde las planas de los batallones se gestiona la asignación y uso de este simulador. Por tanto, se requiere de coordinación para poder hacer uso de esta instalación.

El entorno donde se pudo operar con *Victrix* también es limitado. Como se explicó en el apartado 4.2.4 las claves del entrenamiento fueron la incertidumbre y la implementación de estresores que desgastan o distraen al tirador. El espacio es reducido, esto influye directamente en la variedad de escenarios que se pueden crear y por tanto reduce la incertidumbre de los participantes. Con la práctica, el entorno empieza a ser previsible e incluso los ejercicios que van a realizar. En las últimas sesiones de entrenamiento, los participantes comenzaron a anticipar ciertos ejercicios y a automatizar ciertas acciones.

Por último, de forma similar a los estudios de Cascón (2020) y Naranjo (2016), la falta de experiencia de muchos de los soldados y la escasa o nula instrucción de tiro bajo condiciones de estrés supone un factor determinante en la investigación. Por un lado, es positivo ya que los soldados tienen un amplio margen de mejora en este sentido y los resultados obtenidos después de entrenamientos son más evidentes. Por otro lado, a la hora de realizar ejercicios con fuego real es necesario extremar la precaución y las medidas de seguridad. En el presente estudio la prueba tuvo que ser ensayada una vez por todos los participantes como medida de seguridad. Por lo tanto, el factor incertidumbre se vio reducido como también ocurrió en los casos de Cascón y Naranjo.

### 5.2. Conclusiones

El objetivo principal de la investigación es demostrar la efectividad de un entrenamiento diseñado para mejorar la respuesta al estrés en ejercicios de tiro. Los resultados extraídos de las pruebas T de student confirman con un nivel de confianza del 95% que el grupo de estudio fue capaz de mejorar un 47% el número de impactos. Por otro lado, el grupo de control solo incrementó sus impactos en un 3%. Se puede afirmar, por tanto, que el entrenamiento ha sido eficaz para mejorar la respuesta al estrés en ejercicios de tiro.

En segundo lugar, el simulador *Victrix* ha resultado ser una herramienta de gran utilidad para desarrollar entrenamientos que mejoren la respuesta al estrés en el tiro de combate. Esto se debe principalmente a dos factores. Por un lado, ofrece un entorno seguro en el que poder ejecutar ejercicios y



procedimientos sin los riesgos del uso de munición real. Por otro lado, ofrece la posibilidad de crear escenarios que favorezcan la inclusión de estresores e incertidumbre. En concreto, cabe destacar el uso del sistema *Gladius* como estresor y el sistema de mamparas para la recreación de escenarios. Por tanto, se puede concluir que *Victrix* es una herramienta que puede utilizarse para la inclusión de ejercicios con estrés. Es ideal para la instrucción de los soldados con menos experiencia. Sin embargo, no podemos concluir que sea la herramienta ideal para tiradores más experimentados, ya que, los entrenamientos se realizaron con una población con reducida experiencia. Además, el nivel de incertidumbre en los últimos entrenamientos se vio reducido.

En cuanto al estudio de procedimientos de mejora en la instrucción solo se puede extraer que el entrenamiento desarrollado en el presente estudio ha sido eficaz. Sin embargo, dentro del marco teórico existente, no se han encontrado estudios en los que se demuestre la efectividad de entrenamientos. La mayoría de los estudios relacionados con el estrés y el combate lo tratan en relación con el estrés remanente después de una situación de combate. No obstante, son pocos los estudios en los que se trate el estrés en el combate y la mayoría estudian los efectos de este y no su posible mejora.

También, se ha comparado cuantitativamente la mejora producida por el entrenamiento. Según la prueba T de student se ha probado la mejora de los participantes. Además, se han aportado gráficos y diferentes métricas que confirman los datos obtenidos y son congruentes con el marco teórico. En cambio, no se ha estudiado cualitativamente en profundidad. Más allá de la mejora en la colocación de los torniquetes, se podrían haber incluido cuestionarios que fueran llenados por los instructores. En estos se podría haber incluido una valoración cualitativa.

Por último, es importante destacar que este estudio ha satisfecho varias líneas futuras de trabajo propuestas por Sánchez Cascón y Naranjo. En concreto, Naranjo propuso el desarrollo de un “programa específico orientado a la enseñanza”. Además, Sánchez Cascón sugirió la realización de estudios con poblaciones más grandes.

En conclusión, las principales aportaciones de este trabajo a la línea de investigación son las siguientes: demostrar que es posible mejorar la respuesta al estrés en ejercicios de tiro, la propuesta de un entrenamiento que mejora el tiro bajo condiciones de estrés, el incremento de la población de estudio y la utilidad del simulador *Victrix* a la hora de realizar entrenamientos con estrés.

### **5.3. Futuras líneas de trabajo**

En el presente trabajo se ha hecho uso del simulador *Victrix* para la instrucción. El Ejército de Tierra también dispone de otro sistema de simulación. El sistema MILES (Multiple Integrated Laser Engagement System) es un sistema que permite realizar ejercicios de doble acción, es decir, una parte de la unidad actúa simulando que es el enemigo con el que combatir. En este caso, el sistema se compone de una serie de sensores que se colocan en el uniforme del tirador y un haz laser acoplado al fusil. Este sistema se puede utilizar en cualquier lugar y realizar ejercicios de sección o compañía de la misma forma que se hace en los campos de maniobras. Se podría usar esta herramienta para desarrollar otros entrenamientos y comprobar su efectividad.

Por otro lado, contar con más datos podría aportarnos más información sobre cuáles son los momentos o circunstancias del combate que más afectan a la eficacia del tiro y al rendimiento en general de los combatientes. Se sugiere que en las próximas investigaciones se realicen mediciones de frecuencia cardíaca durante todo el ejercicio. En el caso de Naranjo (2016) y del presente estudio las mediciones se realizaron al principio y al final de los ejercicios y, por tanto, se pierde información valiosa acerca de cuáles son los momentos más estresantes. Más aún, se podría desarrollar trabajo que trate de estudiar cuales son los factores que incrementan el estrés en el combate.

Por último, la realización de un programa de entrenamiento que mejore la toma de decisiones bajo condiciones de estrés sería de utilidad tanto en el ámbito policial como el militar. Muchos de los accidentes en estos ámbitos se deben al fuego amigo o a la incorrecta discriminación de objetivos. Además, si existe algo más de investigación en el ámbito policial. Por todo esto, sería interesante desarrollar un entrenamiento que mejore la capacidad de discriminación de objetivos en situaciones de estrés.





## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

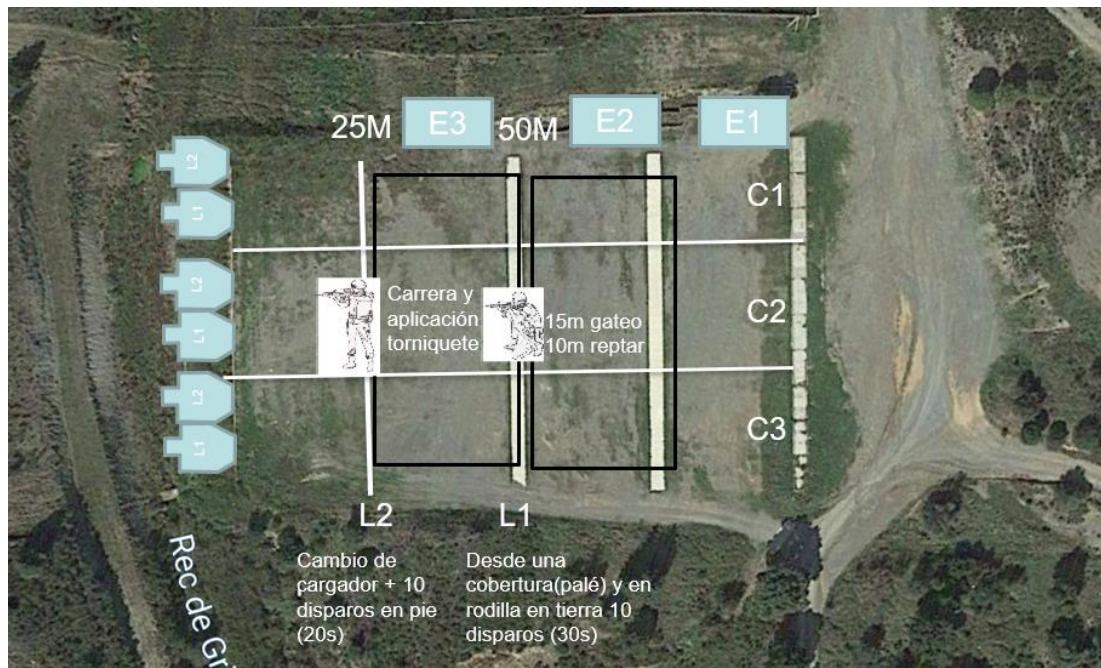
- Arnsten. A. (2009). Stress signalling pathways that impair prefrontal cortex structure and function. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(6), 410-422.
- Barbera, M. P.; Garcia-Silgo, M. y Pastor, A. (2014), Gestión del estrés en las Fuerzas Armadas.
- Barbera, P. y Pastor, A. (2015). Implantación del plan de psicología de la UME (PSICUME) y la Cátedra Extraordinaria Cte. Sánchez Gey: Dos Grandes hitos para la psicología militar y de emergencias. Revista del Instituto Español de Estudios Estratégicos, 65.
- Bruscher, E. A., Combat and Operational Stress Control, y Elspeth Cameron Ritchie, ed., Combat and Operational Behavioral Health, Washington, D.C.: Office of the Surgeon General, U.S. Army, 2011, pp. 59-74.
- Gascón, R (2016): *Entrenamiento psicológico en las Unidades para minimizar los riesgos del estrés de combate*. TFG, Centro Universitario de la Defensa, Zaragoza
- Martínez, P (2016): *Estudio del impacto del estrés de combate en el tiro*. TFG, Centro Universitario de la Defensa, Zaragoza
- Sánchez, J (2020): *El estrés del combatiente. Problemas asociados y métodos de entrenamiento y preparación*. TFG, Centro Universitario de la Defensa, Zaragoza
- Grossman, D. y Loren, W. C. (2007). *On Combat: The psychology and physiology of Deadly Conflict in War and Peace* (ed. 2<sup>a</sup>). PPCT Research Publications.
- Hathaway, L. M., Boals, A., y Banks, J. B. (2010). PTSD symptoms and dominant emotional response to a traumatic event: An examination of DSM-IV criterion A2. *Anxiety, Stress & Coping: An International Journal*, 23(1), 119–126.
- Kardiner, A. (1941). *The traumatic neuroses of war*. Committee on Problems of Neurotic Behavior, Division of Anthropology and Psychology. National Research Council.
- King, D. W., L. A. King, D. M. Gudanowski y D. L. Vreven, Alternative Representations of War Zone Stressors: Relationships to Posttraumatic Stress Disorder in Male and Female Vietnam Veterans, *Journal of Abnormal Psychology*, Vol. 104, No. 1, febrero de 1995, pp. 184-195.
- Lazarus R. S., & Folkman, S. (1986). *Estrés y procesos cognitivos*, Madrid: Martínez Roca.
- López, L. M. (2015). Bases Fisiológicas del estrés. En *Entrenamiento para ambientes extremos 2* (pp. 13-38). Madrid: Ministerio de Defensa.
- Selye, H. (1936). A syndrome produced by diverse noxious agents. *Nature*, 138(3479), 32.
- Selye, H. (1956). *The stress of life*. McGraw-Hill.
- Siddle, B. K. (2005). *Sharpening the warriors edge: The Psychology & Science of Training* (Ed. 1). Belleville, Ill.: Human Factor Res Group.
- Starcke, K., Ludwig, A.-C., y Brand, M. (2012). Anticipatory stress interferes with utilitarian moral judgment. *Judgment and Decision Making*, 7(1), 61–68.



## 7. ANEXOS

### 7.1. Anexo A

#### 7.1.1. Esquema del ejercicio



#### 7.1.2. Descripción

<b>Descripción</b>	
<b>Ejercicio</b>	<b>Personal</b>
El ejercicio se compone de 3 estaciones(E1,E2,E3) v 2 líneas	El campo de tiro se distribuye en 3 calles. El personal se compone
<b>Descripción</b>	
<b>Ejercicio</b>	<b>MED. Coordinación y seguridad</b>
El ejercicio se compone de 3 estaciones(E1,E2,E3) y 2 líneas de tiro(L1,L2).	El ejercicio tendrá 6 toques de silbato.
L1: Al toque del silbato los sujetos tendrán 30s para introducir el cargador y realizar 10 disparos en rodillo en tierra utilizando la cobertura a 50m. Podrán ser estresados por los instructores mediante la voz. L2: Tras el segundo pitido de silbato, posterior a la colocación del torniquete, disponen de 20 s para cambiar cargador y realizar 10 disparos en pie y a 25m. NO serán estresados por el instructor.	P0: marca el inicio de la prueba (posterior a E1) en la posición de partida de las calles. P1: marca el inicio de L1 una vez hayan llegado todos los sujetos a la cobertura. P2: marca fin de L1(30s) P3:marca avance a L2 inicio de E3(25s) P4:marca inicio de E3(25s) P5: fin de E3 e inicio de L2 P6: marca fin de L2 y de ejercicio  Inicio-pitido corto/fin-pitido largo  Al finalizar L1 instructores dan visto bueno al jefe para continuar mediante señal de ok.



### 7.1.3. Toma de Datos



#### Toma de datos y Material



Los instructores serán responsables de la toma de datos al inicio y fin de la prueba.

Variables a medir:

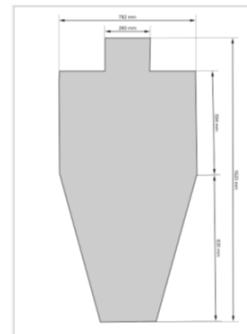
- Pulsaciones al inicio y fin
- Impactos en silueta(1y2)
- Colocación de torniquete(Bien/Mal)

Instrumentos:

- 3 Pulsómetros
- 6 siluetas normalizadas del ET
- 3 Torniquetes

Material Necesario:

- 1200 cartuchos de 5.56mm
- Parches
- 3 palés o similar
- 1 vehículo ligero



Silueta normalizada

### 7.1.4. Medidas de Seguridad



#### MEDIDAS DE SEGURIDAD



##### Tiradores

- Posición de la correa cómoda
- Disposición de cargadores(reptar-cambio cargador)
- Posición del fusil en el gateo
- Salida del vehículo sin cargador
- Posición de Fusil(arma americana-apuntado a las siluetas)
- Comprobación final del tiro
- Se facilitará a cada tirador un pulsómetro

##### Instructores

- Solo podrán estresar físicamente a los tiradores durante la estación 2
- Estresarán a los tiradores mediante la voz en la L1 y fase 3. NO en L2.
- Desde la estación 2 siempre se colocarán detrás del tirador.
- Ante cualquier interrupción o incidencia, en ningún caso manipularán el arma del tirador, darán las consignas necesarias para que el tirador la solucione.
- Deberán prestar especial atención a los movimientos de los tiradores en las líneas de tiro y en la comprobación final.



## 7.2. Anexo B Diagrama de Gantt

Nombre de la tarea	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Estado
<b>PROYECTO</b>			
Planteamiento del problema en la propuesta de TFG	06.09.2021	01.11.2021	Terminado
HTD: entrega del documento de propuesta	06.09.2021	08.09.2021	Terminado
Revisión de la literatura	06.09.2021	13.09.2021	Terminado
HTD: entrega de la propuesta a de ejercicio al DIPMIL			
Elaboración de los protocolos y definición de actividades del proceso experimental	13.09.2021	20.09.2021	Terminado
HTD: visto bueno por parte del DIPMIL			
Práctica: realización de la prueba Römer-test	21.09.2021	21.09.2021	Terminado
HTD: prueba Römer-test			
Desarrollo del programa de simulación: función simulador: función HTD: función análisis resultados	22.09.2021	06.10.2021	Terminado
Práctica: realización de la prueba Zelos-test	07.10.2021	07.10.2021	Terminado
HTD: pruebas Zelos-test			
Ánalisis estadístico y estudio de validación de hipótesis	07.10.2021	18.10.2021	Terminado
HTD: fin de las prácticas en unidades			
Redacción de conclusiones y memoria del proyecto	18.10.2021	01.11.2021	Terminado
HTD: incorporación a la academia específica			



## 7.3. Anexo C Tablas de Datos

### 7.3.1. Impactos

Sujetos	Impactos preS1	Impactos preS2	Impactos postS1	Impactos postS2
CONTROL 1	8	7	6	10
CONTROL 2	8	8	9	6
CONTROL 3	9	7	8	5
CONTROL 4	7	0	5	5
CONTROL 5	6	3	4	4
CONTROL 6	3	5	5	6
CONTROL 7	1	3	3	3
CONTROL 8	0	2	3	2
CONTROL 9	5	2	3	5
CONTROL 10	5	1	2	2
CONTROL 11	0	1	3	0
CONTROL 12	6	5	5	4
CONTROL 13	8	2	4	4
CONTROL 14	2	1	1	3
CONTROL 15	5	9	8	5
ESTUDIO 1	2	0	4	3
ESTUDIO 2	4	1	3	4
ESTUDIO 3	2	1	1	5
ESTUDIO 4	4	2	7	2
ESTUDIO 5	3	4	5	5
ESTUDIO 6	2	2	5	6
ESTUDIO 7	4	0	3	6
ESTUDIO 8	3	9	5	8
ESTUDIO 9	4	4	3	2
ESTUDIO 10	3	0	6	2
ESTUDIO 11	2	2	4	3
ESTUDIO 12	3	4	3	2
ESTUDIO 13	2	0	5	2
ESTUDIO 14	4	3	4	7
ESTUDIO 15	6	6	7	4



### 7.3.2. Tasa cardiaca

Sujetos	Ppm INIpre	Ppm FINpre	Ppm INIpost	Ppm FINpost
CONTROL 1	107	130	104	136
CONTROL 2	95	124	97	130
CONTROL 3	101	139	92	116
CONTROL 4	87	136	90	118
CONTROL 5	111	135	104	144
CONTROL 6	118	137	100	161
CONTROL 7	82	148	84	147
CONTROL 8	84	155	88	145
CONTROL 9	104	133	95	117
CONTROL 10	95	118	92	120
CONTROL 11	107	161	101	152
CONTROL 12	98	122	100	136
CONTROL 13	82	158	80	149
CONTROL 14	100	134	91	136
CONTROL 15	104	136	105	117
ESTUDIO 1	99	159	85	141
ESTUDIO 2	112	157	94	150
ESTUDIO 3	125	144	111	146
ESTUDIO 4	101	131	112	129
ESTUDIO 5	106	134	83	157
ESTUDIO 6	98	153	87	151
ESTUDIO 7	92	144	81	132
ESTUDIO 8	105	152	107	143
ESTUDIO 9	113	148	105	153
ESTUDIO 10	120	155	101	159
ESTUDIO 11	104	121	112	124
ESTUDIO 12	95	148	88	133
ESTUDIO 13	118	139	110	126
ESTUDIO 14	100	160	89	155
ESTUDIO 15	84	124	78	134



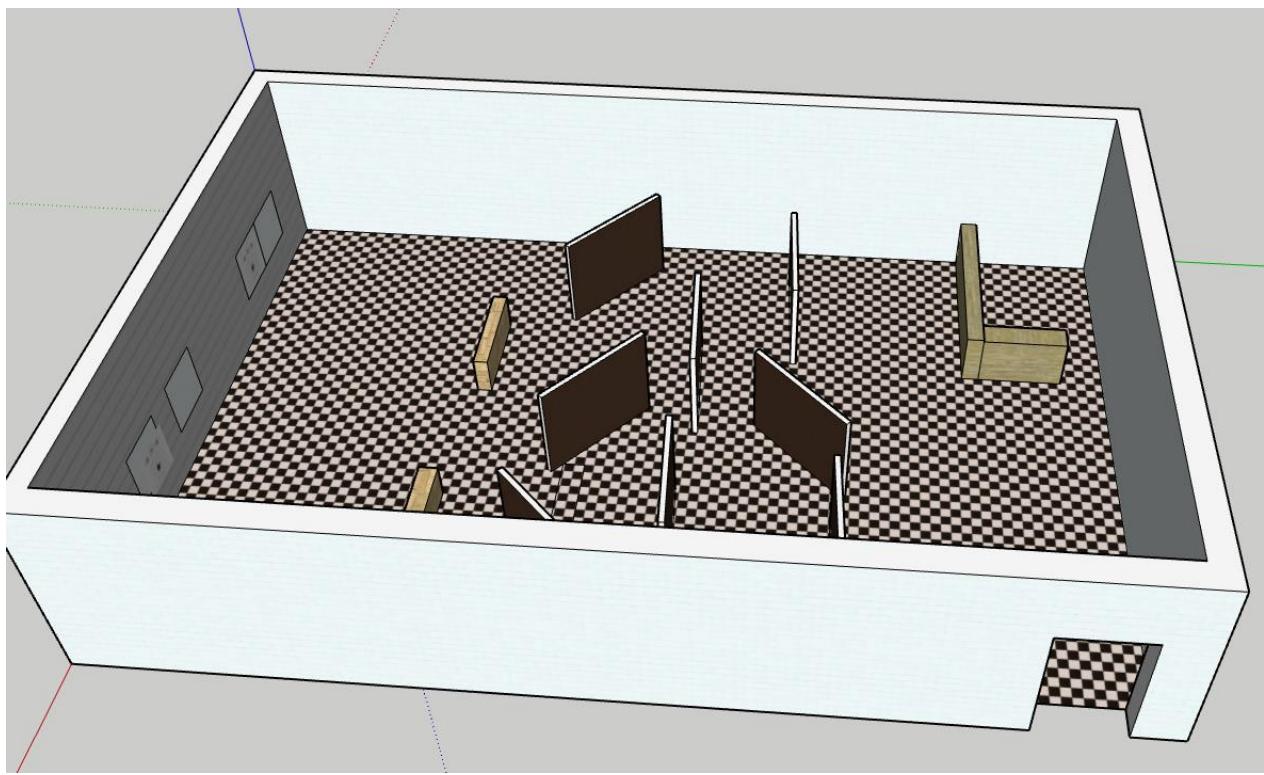
### 7.3.3. Colocación correcta del Torniquete

Sujetos	TorniquetePre	TorniquetePost
CONTROL 1	1	1
CONTROL 2	1	1
CONTROL 3	0	1
CONTROL 4	0	0
CONTROL 5	0	0
CONTROL 6	0	1
CONTROL 7	1	0
CONTROL 8	1	0
CONTROL 9	0	1
CONTROL 10	1	1
CONTROL 11	0	1
CONTROL 12	1	0
CONTROL 13	1	1
CONTROL 14	1	1
CONTROL 15	1	1
ESTUDIO 1	1	0
ESTUDIO 2	0	1
ESTUDIO 3	1	0
ESTUDIO 4	1	0
ESTUDIO 5	0	1
ESTUDIO 6	0	0
ESTUDIO 7	0	1
ESTUDIO 8	0	1
ESTUDIO 9	1	1
ESTUDIO 10	0	0
ESTUDIO 11	1	1
ESTUDIO 12	0	1
ESTUDIO 13	1	1
ESTUDIO 14	1	1
ESTUDIO 15	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>20</b>



## 7.4. Anexo D Entorno *Victrix*

Modelado 3D de sala *victrix* con circuito de mamparas:



Realizado con el software de modelado 3D SketchUp.



