



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Idoneidad de la dotación del fusil HK en el
Ejército de Tierra y su posible cambio para los
batallones de Carros de Combate

Autor

Ricardo José Galdón Martínez

Directores

Director académico: Dra. Noelia Marcano Aguado

Director militar: Cap. Juan José Ortega Castillo

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2018



RESUMEN

El siguiente proyecto surge de la necesidad de evaluar la idoneidad del fusil de asalto HK G36 E en dotación en la mayoría de los batallones del ET en base a las necesidades reales de las unidades en combate. Este proyecto analiza la capacidad de trabajo del modelo HK G36 en su modelo de cañón largo (modelo E) frente a la versión de cañón corto, y por tanto más manejable (modelo HK G36 KV) en dotación actualmente en determinadas unidades del ET como la sección de cazadores de montaña y algunos cuerpos de operaciones especiales.

Los resultados de este trabajo muestran que el fusil HK G36 KV resulta más adecuado para el combate no solo por su reducido tamaño (que ofrece mayores ventajas en su manejo en lugares estrechos), sino que a su vez facilita la agrupación de disparos respecto del uso del modelo largo (HK G36 E).



ABSTRACT

The current project is a study with the aim of reflecting the need to replace the long rifle models of the Army. This would be the substitution of the long barrel rifle by its counterpart the short rifle in all units. To this end, we will compare the HK G36 rifle with the E and KV models throughout the paper. This type of change would be necessary for several reasons listed below.

First of all, in the light units the short rifle, results in a greater comfort when compared to the long one. This is because it does not interfere so much with position changes, such as foot to knee transitions on the ground. In addition to offering the same fire capabilities as the long gun, the short gun has a lower weight. This aspect is very important as it will be seen throughout the project for the user, since it allows him to handle his rifle with greater ease. This is mainly because it allows the shooter to aim faster and with less error. Along with these benefits, the KV model also has the same capabilities when it comes to attaching the auxiliary armament coupling. As auxiliary weaponry, we refer to the AG36 grenade launcher, which significantly increases the firepower of a rifle. However, there is an element that cannot be attached in the KV model that is however available in the E model, this element being the bayonet. Therefore, it would be necessary to know the current needs of light units to affirm with conviction that a short rifle is better than a long one.

Secondly, with regard to armoured units, the KV rifle model as opposed to the E model only offers advantages. This is due to the fact that at present, the limited room inside the Leopard 2E tanks, it is impossible for their crew to have a rifle. Except for the gun loader, we found that the rest of the personnel (driver, gunner and tank commander), do not have the possibility to keep a rifle inside the tank. This is a problem which is sought to be solved throughout the project. Battle tanks offer overwhelming protection and combat capability, therefore its crew members do not have in principle the need to come out of it in order to face the enemy. Unfortunately, however, it is very common that vehicle breakdowns may unfortunately take place, or simply that for mission reasons it is necessary for the personnel of a tank to disembark. Faced with this situation, we would find three soldiers who would have to face any kind of circumstance with only one pistol as their personal weaponry. This situation could be corrected with the incorporation of the HK G36 KV rifle, since the reduced dimensions of this rifle allow to find several places inside the tank that allow its placement.

In order to be able to make these statements, throughout the project a collection of information has been compiled and studies have been carried out which have served to corroborate that the use of a short rifle implies the same efficiency when shooting as the long model.



ACADEMIA GENERAL MILITAR



The information gathered comes from pages specializing in shooting, which state that the same rifle with the shortest barrel, allows to perform at close distances a better grouping of shooting. In these same pages it was possible to verify that the behaviour of the 5.56 mm calibre ammunition behaves in the same way in one rifle or another.

This information was contrasted in various ways. By means of a survey to professionals of the armed forces, who could give their opinion on the comparison between the HK G36 E and KV rifle models. Another way used to contrast the information obtained was through the performance of various shooting exercises, which allowed to see mainly two factors. The first of them would be if it is true that the behaviour of the ammunition is the same for both models of rifle. And the second factor is the impact of an expert shooter using the short rifle instead of the long one.

After the results obtained in the whole project, it could be concluded that the short rifle is significantly better than the long for the use it is given today.

Future projects include the study of the different existing aiming systems for assault rifles and a study on the change in the type of clashes currently taking place.



AGRADECIMIENTOS

Este Trabajo de Fin de Grado no hubiera sido posible sin el interés puesto por una serie de personas. En especial al Capitán don Juan José Ortega Castillo y la Doctora doña Noelia Marcano Aguado, quienes compartieron su experiencia sobre el tema y auxiliaron a producir este trabajo.

También quería agradecer al completo a los miembros de la segunda Compañía de la Brigada Flandes por su acogimiento en el periodo de prácticas y su involucración a la hora de realizar los distintos ejercicios de tiro, sin los cuales, no hubiese sido posible realizar unas conclusiones claras para este trabajo. Gracias al Teniente don Carlos Paccini Sancho y a los Sargentos don Francisco Emanuel Encabo Flores y don José Manuel Martín Romero, cuyas aportaciones clarificaron muchas dudas.





ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema funcionamiento de fusil automatismo por gases. https://riunet.upv.es	4
Figura 2. Esquema funcionamiento Fusil M16. http://www.nazarian.no	4
Figura 3. Desarme del fusil HK G36 Ehttps://historiadelasarmasdefuego.blogspot.com/2009/03/fusil-de-asalto-hk-g-36e-cal-556-mm.html	5
Figura 4. Lanzagranadas AG36, acoplable al fusil HK G36. http://desarrolloydefensa.blogspot.com	6
Figura 5. Fusil HK G36 modelo E. http://abcblogs.abc.es	6
Figura 6. Fusil HK G36 modelo KV. https://www.quora.com	7
Figura 7. Fusil HK G36 modelo C. https://www.fondprodukter.se	7
Figura 8. Ametralladora ligera HK MG 36. https://www.flickr.com	7
Figura 9. Carro de combate Leopard 2E. http://www.motor16.com	11
Figura 10. . Puestos de Jefe de carro y tirador del carro de combate Leopard 2E. http://www.steelbeasts.com	13
Figura 11. Puesto del conductor del carro de combate Leopard 2E. http://www.rusarmy.com/	13
Figura 12. Respuesta de la pregunta 5 de la encuesta.	15
Figura 13. Respuesta de la pregunta 6 de la encuesta.	15
Figura 14. Respuesta de la pregunta 7 de la encuesta.	15
Figura 15. Respuesta de la pregunta 3 de la encuesta.	16
Figura 16. Respuesta de la pregunta 2 de la encuesta.	16
Figura 17. Respuesta de la pregunta 8 de la encuesta.	16
Figura 18. Respuesta de la pregunta 9 de la encuesta.	16
Figura 19. Respuesta de la pregunta 13 de la encuesta.	17



ACADEMIA GENERAL MILITAR



Figura 20. Esquema de espina de pez sobre factores que afectaron a los diversos ejercicios de tiro.....	17
Figura 21. Fusil HK 433. http://fauerzaesp.org	24
Figura 22. Comparación de ejércitos.. http://uk.businessinsider.com	28
Figura 23. Comparación de ejércitos (1). http://www.utopiacontagiosa.org	29



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comportamiento de la munición de 5.56 x 45 OTAN en fusiles HK G36 modelos E y KV.	10
Tabla 2. Resultados ejercicio de tiro de precisión a 300 metros.....	19
Tabla 3. Tabla de ensayos multifactorial.	21
Tabla 4. Matriz del plan de experimentos. (Ver ANEXO 4 para una mejor resolución) 21	
Tabla 5. Resultados obtenidos del Efecto y la Contribución Básica.	22
Tabla 6. Resultado del Diseño Estadístico de Experimentos.	22
Tabla 7. Comparativa entre fusiles HK G36 E y HK G36 KV E. Obtenido de la Biblioteca Virtual ET-MADOC.	27
Tabla 8. Ejecución de los ejercicios de tiro y resultados.	32
Tabla 9. Tabla completa de Diseño Estadístico de Experimentos.	33



ÍNDICE DE TÉRMINOS

Cerrojo. Es la parte mecánica de un arma de fuego que cierra la recámara. En el fusil contiene el percutor, el extractor y un hueco donde se introduce el cartucho.

Percutor. Pequeña aguja que tras ser accionado el disparador golpea en el detonante del cartucho para que este sea disparado.

Alcance efectivo. El alcance efectivo es aquel para el cual un arma de fuego es eficaz.

Agrupación de disparos. Son los impactos que han quedado cerca¹ en torno a un punto central.

Culatín. Parte del fusil que sirve para apoyar éste en el hombro para ser disparado.

Bípode. Pieza que se utiliza para servir como apoyo en las armas de fuego.

¹ Depende de lo que se considere como cerca en cada ejercicio de tiro. En nuestro trabajo se trabajaron con agrupaciones en torno a un radio de 10 centímetros.



ACRÓNIMOS

ET Ejército de Tierra.

OTAN Organización del Tratado del Atlántico Norte.

HK Heckler und Koch.

ENSB Empresa Nacional Santa Bárbara.

DNU Declaración de Necesaria Uniformidad.

NARTC North American Regional Test Center.

MOPI Manual of Proof and Inspection.

ARDEC Army Armament Research Development and Engineering Center.

FAS Fuerzas Armadas.

DGAM Dirección General de Armamento y Material.

CG Cuartel General.

DEE Diseño Estadístico de Experimentos.



ÍNDICE

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE TÉRMINOS.....	VIII
ACRÓNIMOS	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Marco del proyecto.....	1
1.2. Objetivos y alcance del proyecto	2
1.3. Estructura de la memoria.....	2
2. ESTADO DEL ARTE	2
2.1. Historia. El fusil HK en el Ejército Español.....	2
2.2. El fusil HK G36.....	4
2.3. Modelos de fusil HK G36.....	6
3. METODOLOGÍA.....	8
4. DESARROLLO DEL PROYECTO	8
4.1. Comparativa entre modelos E y KV	8
4.2. Capacidad de trabajo con fusil HK G36 en las unidades de Carros de Combate.....	10
4.2.1. Armamento en dotación en Unidades de Carros. Problemas.....	11
4.2.2 Soluciones propuestas.....	12
5. ANÁLISIS COMPARATIVO	14
5.1. Encuesta de comparación entre los modelos HK G36 E y HK G36 KV.	14
5.2. Definición de factores de influencia en la realización de los experimentos.	17
5.3. Estudio experimental del comportamiento de ambos fusiles.....	18



ACADEMIA GENERAL MILITAR



5.4. Análisis experimental.....	19
6. CONCLUSIÓN.....	23
6.1. Resultados de los análisis comparativos.....	23
6.2. Necesidades existentes de fusil en el ET y líneas futuras	23
7. BIBLIOGRAFÍA.....	25
Artículos	25
Documentos	25
Manuales.....	26
ANEXO 1.....	27
ANEXO 2.....	28
ANEXO 3.....	32



1. INTRODUCCIÓN

La siguiente memoria presenta los resultados del Trabajo de Fin de Grado (TFG) de Ingeniería de Organización Industrial impartido por el Centro Universitario de la Defensa (CUD) en la Academia General Militar de Zaragoza.

Para la realización de este proyecto se trabajó con el apoyo del personal del Batallón de Infantería Acorazada “Flandes” I/4 ubicado en la base “San Jorge” (Zaragoza), en concreto la segunda compañía, donde se llevaron a cabo las prácticas externas. Durante la elaboración del proyecto se ha contado con la colaboración de expertos en Carros de Combate, el Capitán de Infantería don Juan José Ortega Castillo y el Teniente de Infantería, don Carlos Paccini Sancho.

1.1. Marco del proyecto

Un aspecto básico y común en las fuerzas armadas (FAS) de todos los países es la continua necesidad de actualizar sus ejércitos en aspectos tales como la doctrina, procedimientos, materiales, entre otros a fin de mantener su nivel operativo ante un enemigo de cambiante perfil. [1]. Si bien actualmente no podemos hablar de la existencia de un conflicto entre países a nivel internacional, sí que se da la existencia de un “balance of power” en el que la fuerza de los respectivos países les otorga ciertos beneficios a nivel internacional [2].

En este sentido, dentro de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), se vienen reflejando una serie de conceptos estratégicos que establecen las capacidades que deben tener los ejércitos de los países miembros ante las situaciones geopolíticas vigentes. Entre ellos cabe citar a modo de ejemplo: i) el concepto estratégico de 1991, que habla de la necesidad de entablar conversaciones con los países de Europa del este, ii) el Concepto estratégico de 1999 que se adapta a las nuevas realidades tras la desaparición de la URSS iii) el concepto estratégico de 2010 que menciona la amenaza nuclear, misiles y el espacio cibernético y iv) el Concepto estratégico de 2002 sobre el terrorismo, donde se refleja el actual modelo de conflicto al que se deben de enfrentar los países pertenecientes a la OTAN [3][4]. Estas nuevas situaciones requieren que los combatientes estén equipados con el armamento adecuado que les permita enfrentarse a las situaciones reales que se requieren en el combate.

El siguiente proyecto surge de la necesidad de evaluar la idoneidad del fusil de asalto HK G36 E en dotación en la mayoría de los batallones del ET en base a las necesidades reales de las unidades en combate. Este proyecto analiza la capacidad de trabajo del modelo HK G36 en su modelo de cañón largo (modelo E) frente a la versión de cañón corto, y por tanto más manejable (modelo HK G36 KV) en dotación actualmente en determinadas unidades del ET como la sección de cazadores de montaña y algunos cuerpos de operaciones especiales.



1.2. Objetivos y alcance del proyecto

El objetivo principal del presente trabajo fin de grado es analizar la idoneidad del fusil Heckler & Koch (HK) G36 E en dotación en la mayoría de los batallones del Ejército de Tierra frente a otros modelos disponibles. Nuestro estudio se centrará en un análisis comparativo de las ventajas y desventajas que presentaría la sustitución del modelo de cañón largo de fusil HK G36 E, por su homólogo, el modelo de cañón corto HK G36 KV en dotación en unidades específicas el ET, tales como la sección de cazadores de montaña o determinados cuerpos de operaciones especiales.

El estudio realizado viene motivado por las necesidades actuales en materia de combate tanto en unidades de infantería ligera como acorazada. Si bien este estudio comparativo se ha llevado a cabo en la Segunda Compañía de Carros de Combate del Batallón de Infantería "Flandes", donde se han llevado a cabo las prácticas externas, los resultados son extensibles a todos los batallones del ET.

Para la consecución de los objetivos marcados, durante la realización del proyecto se seguirán las siguientes fases:

- Obtener las especificaciones de los modelos de fusil HK disponibles.
- Analizar las prestaciones de ambos modelos.
- Establecer las ventajas y desventajas del uso de ambos modelos.
- Estudiar el comportamiento de ambos fusiles.
- Estudiar la capacidad de trabajo con fusil HK G36 en las unidades de Carros de combate.

1.3. Estructura de la memoria

La memoria del proyecto ha sido estructurada en 6 bloques. En el primero se encuentra la introducción, que incluye los antecedentes, el ámbito de aplicación, los objetivos y el alcance del proyecto. En un segundo bloque, el estado del arte, se incluirá una breve historia sobre la introducción del actual fusil HK G36 en las FAS (Fuerzas Armadas) de España, un apartado sobre las capacidades del fusil HK G36 E y finalmente una explicación de los diferentes modelos existentes. En el tercer bloque se describe la metodología empleada en la elaboración del proyecto, encontrándose en el cuarto bloque el cuerpo del mismo. En este apartado se detallan todos los trabajos realizados y los resultados obtenidos. Por último, el sexto bloque recoge las conclusiones obtenidas de este trabajo y una discusión sobre una posible sustitución del actual fusil HK G36 E por el modelo corto HK G36 KV.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. Historia. El fusil HK en el Ejército Español

Desde mediados de los 40, ha existido una colaboración entre España y Alemania para la creación de armamento, principalmente centrado en fusilería, como el fusil de asalto *Mauser*, cuyo proyecto tuvo que cancelarse tras la segunda guerra mundial y algunos implicados en el proyecto terminaron su desarrollo en España.



Tras el uso del *Mauser*, en España se implantó el fusil CETME-L, creado por orden del Ministerio del Ejército de España en 1952. El desarrollo de este fusil, surge con la colaboración entre el Centro de Estudios Técnicos de Materiales Especiales español con la empresa alemana Heckler und Koch (HK). El fusil dió muy buenos resultados, teniendo un comportamiento muy fiable independientemente de las condiciones externas a las que fuese sometido. Aunque inicialmente este, fusil fue creado con un calibre de 7,62 mm, la decisión de la OTAN de elegir el cartucho de calibre 5,56, obligó al diseño de un nuevo cañón con estas características.

La Empresa Nacional Santa Bárbara (ENSB) construyó un primer lote experimental en 1983 de 1000 fusiles CETME-L, con el que se realizaron sucesivas pruebas. Finalmente a partir de 1985, se decidió adoptar este fusil en el ejército español. Sin embargo, durante los años que estuvo en servicio, surgieron una serie de defectos, obtenidos del concurso para la Declaración de Necesaria Uniformidad (DNU) de un fusil de asalto de 5,5 mm para las fuerzas armadas españolas [5]:

- El sistema de funcionamiento de acerrojamiento semirrígido, no ha dado el resultado esperado.
- Falta de calidad en los materiales empleados en su construcción y escaso control de calidad en su fabricación.
- Paulatino encarecimiento de su mantenimiento que, en su mayor parte debe ser realizado en fábrica.
- Insatisfacción de las Unidades combatientes por su falta de robustez, en comparación con el CETME-C de 7.62 mm

A su vez, en 1988, se realizó una evaluación por parte del North American Regional Test Center² (NARTC) de la OTAN, que incluyó al CETME-L como arma OTAN de 5,56 mm y quedó incluido en la Sección 8 del Manual of Proof and Inspection³ (MOPI) [6]. Finalmente entre los años 1992 y 1994, se produjeron diferentes problemas en las pruebas realizadas con munición de 5,56 mm en el NARTC y en el Army Armament Research Development and Engineering Center⁴ (ARDEC) y la OTAN decidió retirar al CETME-L como arma nominada. Finalmente, debido a todos los defectos reseñados, en enero de 1995, se proponen por parte del Ministerio de Defensa, dos opciones:

- Rediseño del fusil CETME-L de 5.56 mm.
- Sustitución en las Fuerzas Armadas (FAS) del fusil CETME-L por un arma del calibre 5.56 mm que se considere idónea.

² El NARTC es uno de los dos centros de pruebas de la OTAN para municiones y armas de pequeño calibre. En Europa se encuentra el segundo centro, European Test Center (ETC) ubicado en Gales. [7].

³ El MOPI es un manual cuyo objetivo es describir las pruebas de evaluación para comprobar la operatividad de la munición almacenada a lo largo del tiempo [8].

⁴ El ARDEC se trata de un centro internacional especializado en investigación armamentística con sede en EEUU [9].



Es esta última opción la que da origen, en octubre de 1995, al concurso para la selección del fusil de asalto de 5.56 mm para DNU en las FAS españolas.

El 14 de noviembre de 1995, se constituye, en la Dirección General de Armamento y Material⁵ (DGAM) del Ministerio de Defensa, un grupo de trabajo para la definición, estudio y evaluación del proceso que definiría el concurso para la DNU del fusil de 5.56 mm. Como Resultado de dicho concurso, se terminó eligiendo el fusil de la empresa Heckler und Koch HK G36 modelos E y KV, por superar en el baremo de puntos a sus competidores [10].

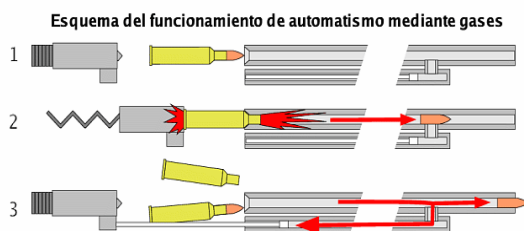
- SIG SAUER SG-550 y SG-551
- STEYR AUG-508 y AUG-417
- IMI GALIL-AR y GALIL-SAR
- FN HERSTAL FNC
- DIEMACO C7-A1 y C8-A1

Es interesante señalar que la incorporación de este modelo de fusil a las Fuerzas Armadas, no fue exclusividad de Alemania y España, sino de numerosos países como Lituania, Tailandia, Polonia, Malasia, Francia, Italia, Holanda y Filipinas al igual que otros países como Portugal que actualmente estudian su compra.

2.2. El fusil HK G36

Para la creación del modelo G36 la empresa Heckler und Koch se basó en diseños anteriores como la pistola VP70 con recarga automática accionada por retroceso y el fusil prototipo G11, con recarga automática con pistón accionado por gas. Es interesante señalar que, inicialmente éste último iba a ser el utilizado por el ejército alemán. Sin embargo, este fusil fue descartado por los altos costes de fabricación que suponía.

La empresa optó finalmente por un sistema de recarga automática con pistón accionado por gas de retroceso corto y cerrojo rotativo (ver Figura 1). Este sistema contrasta con otros utilizados en conocidos fusiles del mercado como el M 16 americano con recarga automática por gas y cerrojo rotativo (ver Figura 2), que hace que se genere una mayor suciedad por la combustión de los gases que afecta al funcionamiento del fusil [11].



1 El arma está montada y lista para disparar.
2 Al disparar el cerrojo se abre y el gas de retroceso acciona el pistón, que a su vez acciona el cerrojo.
3 El cerrojo se abre y el cartucho sale.
Figura 1. Esquema funcionamiento de fusil automatismo por gases. <https://riunet.upv.es>

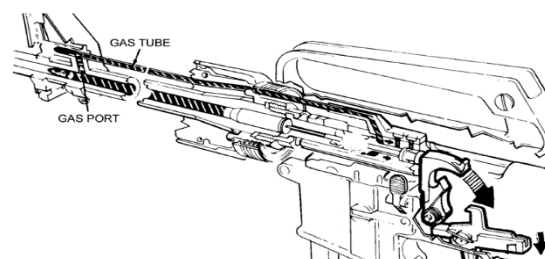


Figura 2. Esquema funcionamiento Fusil M16. <http://www.nazarian.no>

⁵ El DGAM es el centro directivo al que le corresponde la planificación y desarrollo de la política de armamento y material del Ministerio de Defensa. [12]



La compañía buscó a su vez una reducción de costes de producción que convirtiese al HK G36 en un fuerte competidor con el resto de sus rivales (M16, FAMA, AK 47), sustituyendo para ello muchas partes del fusil metálicas por piezas de polímero, creando así un arma ligera, que ofrece un mayor manejo que sus antecesoras.

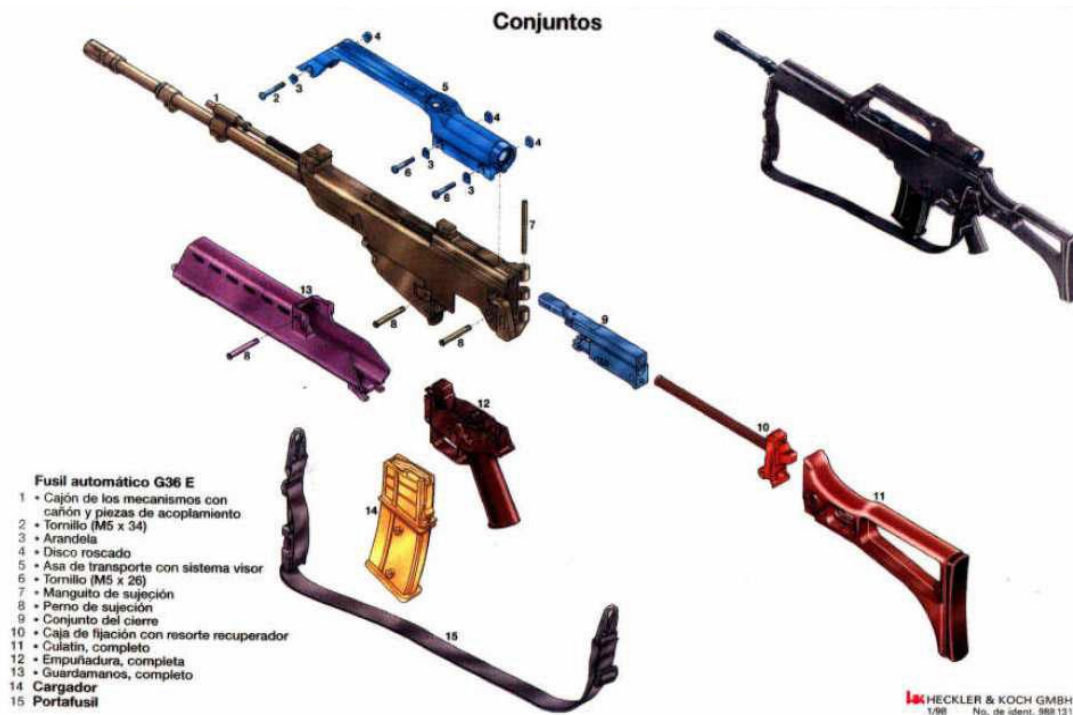


Figura 3. Desarme del fusil HK G36 E <https://historiadelasarmasdefuego.blogspot.com/2009/03/fusil-de-asalto-hk-g-36e-cal-556-mm.html>

Las características principales del fusil HK G 36 radican en que se trata de un arma capaz de disparar el cartucho estándar de 5,56 x 45 OTAN, con una cadencia máxima de 750 disparos por minuto. La aleta selectora dispone de 3 posiciones:

- Seguro, que bloquea el disparador impidiendo su uso.
- Modo semiautomático, que permite el uso del fusil realizando únicamente un disparo por acción del disparador.
- Modo automático, cuyo uso hace que el mecanismo del fusil se libere, permitiendo que se realice fuego de manera ininterrumpida a razón de su máxima cadencia de disparo hasta dejar de pulsar el disparador.

Una diferencia importante respecto a otros fusiles, es que el HK G36 permite plegar el culatín, lo que por un lado facilita su manejo en espacios reducidos como en el interior de vehículos o lugares cerrados, y por el otro lado permite portarlo con mayor comodidad cuando no se requiera su utilización.



Actualmente existen 4 modelos de fusil HK, (se hablará de ellos más adelante) cuya principal diferencia radica en la longitud de su cañón. Esta diferencia afecta a la salida en boca del disparo y a su vez, esto afectará a la distancia total a la que se puede realizar un disparo. Sin embargo, dependiendo del tipo de miras que se utilice, todos los modelos tienen un alcance efectivo de entre 200 m y 800 m.

En cuanto a los sistemas de puntería, el modelo HK G36 E, dispone de una mira óptica integrada con aumento de 1,5x modificable a un aumento de 3x, en función del uso que vaya a tener. A su vez, dispone de un rail superior que permite la incorporación de un complemento de mira óptica tipo electrónica, como un visor nocturno o un puntero laser, entre otros...

Otro aspecto importante del fusil HK G36, se trata de la posibilidad de montaje del lanzagranadas acoplable AG36 (ver Figura 4). El lanzagranadas AG36 de 40mm, se trata de un dispositivo que permite realizar disparos de granadas con una mira hasta 350 metros. Para su acople, el fusil dispone de un soporte con forma de horquilla para poder enganchar el dispositivo y poner un pasador de sujeción en el fusil.



Figura 4. Lanzagranadas AG36, acoplable al fusil HK G36.
<http://desarrolloydefensa.blogspot.com>

2.3. Modelos de fusil HK G36

El fusil HK G36 tiene principalmente 4 modelos. Todos comparten el mismo funcionamiento, siendo su principal diferencia la longitud del cañón, lo que se traduce en un peso diferente y otros aspectos que se detallan a continuación. Es interesante mencionar que, dentro de la misma categoría de fusil, se puede incluir un cuarto modelo de fusil HK que comparte las mismas características que el resto [15] que también se describirá a continuación.

Dentro de la familia de este fusil, tenemos en primer lugar el modelo HK G36 E (ver Figura 5), que se trata del modelo empleado por la mayoría de las unidades del Ejército de Tierra (ET). Dicha versión dispone de un cañón de 480 mm que permite el acople del dispositivo lanzagranadas (AG36 de 40mm) en el guardamanos, así como la capacidad de acoplar una bayoneta en el cañón, otorgándole una mayor capacidad de combate cuerpo a cuerpo, si se diese el caso de que el usuario se quedase sin munición o si fallase el arma en distancias muy próximas.



Figura 5. Fusil HK G36 modelo E.
<http://abcblogs.abc.es>



Figura 6. Fusil HK G36 modelo KV.
<https://www.quora.com>

Otro modelo diferente es el HK G36 KV (modelo a estudiar en nuestro proyecto) que se muestra en la figura 6. Este modelo se encuentra actualmente en determinadas unidades del ET, como la sección de cazadores de montaña o determinados cuerpos de operaciones especiales. Dicho modelo monta un cañón con las mismas características que la versión E, con la diferencia que tiene una longitud menor (de 480 mm pasa a 318 mm). En dicho modelo la diferencia principal respecto a la versión E, es que el cañón no dispone de pestaña para encastrar una bayoneta.

En tercer lugar, nos encontramos con la versión HK G36 C mostrado en la figura 7 (Compact o comando). La diferencia de dicho modelo radica en que dispone de un cañón con una longitud de 228 mm, haciendo que se trate de la carabina con munición de 5,56 mm más corta del mundo. La longitud de su cañón hace que sea idónea para su utilización en vehículos y espacios muy reducidos. Esta característica lo convertiría en objeto idóneo de estudio para nuestro proyecto, sin embargo, a diferencia de los modelos anteriores, presenta dos desventajas importantes que hacen que no sea así. En primer lugar, carece de la capacidad de adaptación del lanzagranadas AG36, lo que limita su utilización a espacios cerrados. En segundo lugar, este fusil se encuentra más limitado en cuanto a sistemas de puntería, ya que no dispone de miras ópticas de serie debido a su diseño tan compacto. Únicamente dispone de un sistema de puntería tipo alza de combate, muy apta para cortas distancias, pero poco útil para utilizarse a más de 50 metros. No obstante, tendría la posibilidad de acoplar un visor óptico mediante el uso de un rail encima del fusil. Finalmente, señalar que al igual que el modelo HK G36 KV, el cañón tampoco dispone de acople de bayoneta.



Figura 7. Fusil HK G36 modelo C.
<https://www.fondprodukt.se>



Figura 8. Ametralladora ligera HK MG 36.
<https://www.flickr.com>

Finalmente, cambiando la tendencia a un fusil con un cañón más corto, surge el modelo HK MG 36 (ver Figura 8). Este modelo se trata del fusil HK G36 E al cual, tras una serie de modificaciones, pasa a convertirse en una ametralladora ligera, utilizando el mismo funcionamiento. La principal modificación consiste en la incorporación de un cañón más resistente para poder realizar ráfagas de tiro mayores. Esto nos permite utilizar un cargador con mayor capacidad (pasa de un cargador de 30 cartuchos a uno de 100). A fin de dar una mayor estabilidad en el tiro, este modelo lleva incorporado un bípode.



3. METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos del trabajo se han utilizado diferentes tipos de herramientas, dependiendo de la fase del proyecto abordada.

En una primera fase se ha llevado a cabo una recopilación de información referente a las características y el comportamiento de la munición de 5, 56 mm de ambos fusiles con el fin de realizar una comparativa entre las prestaciones de los fusiles HK G36 E y HK G36 KV. Para ello se han consultado manuales y estudios especializados en tiro. A partir de las especificaciones se han evaluado las ventajas y desventajas de ambos fusiles.

En una segunda fase y con el fin de obtener las ventajas y desventajas en base a las necesidades reales en combate de las unidades de Infantería del ET, se ha llevado a cabo una encuesta en la que participaron 100 profesionales de la FAS que habían utilizado con anterioridad ambos modelos de fusil, algunos de ellos incluso habiendo estado desplegados en misión internacional.

Seguidamente se han llevado a cabo una serie de ejercicios para comprobar experimentalmente la eficacia de tiro de los dos modelos de fusil. Los diferentes experimentos de tiro se realizaron durante 6 días en el campo de tiro "CHARLIE" del campo de maniobras de "San Gregorio". Para la toma de datos se utilizaron 2 fusiles HK G36 KV cedidos por el Cuartel General (CG) y dos 2 fusiles HK G36 E propios de la 2ª Compañía del Batallón Flandes. Para garantizar la correcta preparación de los ejercicios de tiro se analizaron los factores de influencia en la realización de los experimentos mediante un diagrama de espina de pez.

El análisis comparativo entre ambos modelos de fusil se ha llevado a cabo mediante la herramienta de Calidad Desarrollo Estadístico de Experimentos (DEE). En este sentido se han realizado un conjunto de pruebas de tiro introduciendo una serie de cambios en las variables que definían los mismos a fin de averiguar cuáles afectaban a la efectividad del tiro.

4. DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1. Comparativa entre modelos E y KV

Actualmente, se nos presentan en el ejército dos modelos: el E y el KV. Aunque ambos modelos tienen un funcionamiento y un aspecto similar, existen diferencias que hacen que el uso de un modelo u otro sea mejor en unas situaciones u otras. El ANEXO 1 muestra la tabla con las especificaciones de ambos modelos, donde se muestran características tales como la longitud total del arma, su peso, y su anchura. La información presentada en la tabla muestra que la diferencia fundamental entre ambos modelos de fusil es la longitud del cañón. Esta diferencia hace que el modelo KV (longitud de cañón más corto) sea un arma más manejable que el modelo E para espacios reducidos.



Por otro lado, los datos presentados parecen indicar la superioridad del modelo E (longitud de cañón más largo) para distancias largas⁶ ya que cuanto más largo es el cañón de un arma, mayor velocidad de salida tendrá el disparo, lo que se traduce en un mayor alcance⁷. No obstante, es importante destacar la importancia de evaluar el efecto que producen las diferencias en la longitud del cañón en la precisión del arma. Debido a que como se mostrará a continuación, esa diferencia en la longitud no afecta de forma significativa a la trayectoria que sigue el proyectil dentro de la distancia eficaz del tiro.

Tras la recopilación de información de diversos estudios [16][17][18][19], se obtuvo que los factores que afectan a la precisión serían: 1) aquellos aspectos relacionados directamente con el arma, como el cañón, el diámetro del mismo, el gatillo, materiales con los cuales está fabricado, entre otros. y 2) factores ajenos al arma, como podría ser las condiciones ambientales y el tirador, entre otros.

En el estudio que nos ocupa, la longitud del cañón provoca una serie de cambios en el fusil que hay que tener en cuenta para poder elegir un modelo u otro. Dentro de estos cambios, se suele pensar que afecta a la precisión en distancias cortas, sin embargo, según estudios, la precisión que se ve afectada es aquella superior a la distancia efectiva [19]. Por lo que los cambios reales que propicia el tener un cañón más corto (afectando así a su eficacia en cuanto a la precisión en el tiro) son:

- La velocidad en boca del disparo. Esto afecta a la distancia a la que llega el disparo (menor alcance) y a su vez, a la precisión que se obtiene de éste en largas distancias (> 800 m).
- El peso y su distribución. Al tener un cañón más corto, el peso del HK G36 KV se ve reducido respecto al HK G36 E en aproximadamente 400 gramos [ANEXO 1], por lo que su manejo resulta ser más fácil. A su vez, la distribución del peso es diferente lo que sin duda, influye en su manejo. De acuerdo con opiniones de profesionales, una de las ventajas del modelo KV frente al modelo E es que ofrece un manejo más sencillo.

Es importante destacar que, además de la variación de la precisión que se obtiene con un cañón u otro, tenemos que tener en cuenta el uso para el cuál es destinado el fusil, de lo cual hablaremos a lo largo del proyecto.

A continuación evaluaremos la eficacia en el tiro de ambos fusiles. La tabla 1 muestra que la desviación de un proyectil de 5,56 mm hasta una distancia de 600 metros utilizando para ello los modelos HK G36 E y el modelo HK G36 KV es la misma [20].

⁶ Como distancias largas, nos referimos a aquellas que superan la distancia de tiro efectivo del fusil, en este caso superiores a 800 metros [ANEXO 1].

⁷ Esta mayor velocidad en boca de un proyectil en un cañón más largo, se debe a que tras la acción del disparo, el proyectil permanece durante un mayor recorrido bajo la acción de los gases impulsores, proporcionándole así una energía mayor [19].

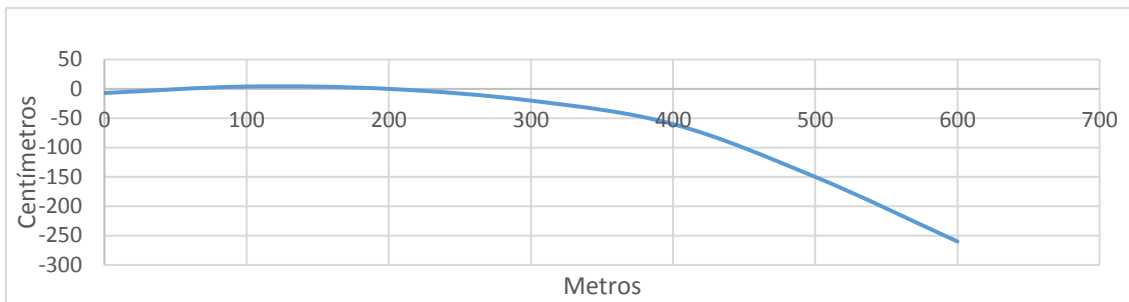


Tabla 1. Comportamiento de la munición de 5.56 x 45 OTAN en fusiles HK G36 modelos E y KV.

Como dato destacable, se puede observar que a partir de 300 metros la desviación aumenta considerablemente, haciendo que el tiro sea muy complicado a partir de dicha distancia, llegando a existir una desviación superior a 50 centímetros a 400 metros. A raíz de estas observaciones, parece razonable cuestionar la elección del fusil de cañón largo (G36 E) como la opción que ofrece mejor eficacia en el tiro entre los dos modelos. Más adelante, a lo largo del proyecto, se incluirán los resultados obtenidos tras la realización de una serie de ensayos con ambos fusiles, así como de los resultados obtenidos de una encuesta realizada a profesionales del ejército tras su comparación del HK G36 E y el HK G36 KV.

4.2. Capacidad de trabajo con fusil HK G36 en las unidades de Carros de Combate.

Hoy en día, uno de los medidores de la potencia de la que dispone un ejército se realiza contando el número de medios de combate de los que dispone, entre ellos los carros de combate. Dentro del ranking de los ejércitos más potentes del mundo según diferentes fuentes, indican que las tres potencias mundiales, Estados Unidos, Rusia y China cuentan con 8300, 15000 y 9000 carros de combate, respectivamente. Estas cifras contrastan con las que presentan países como Pakistán (puesto 15 en la lista con 3100 carros) o España (puesto 28 en la lista con 418 carros) [ANEXO 2].

Estos datos ponen de manifiesto la importancia que tiene hoy en día la inversión en este tipo de sistemas de armas por parte de Defensa, ya que aunque se trata de medios que necesitan un gran desembolso de dinero, tienen una gran efectividad para el combate proporcionando una gran capacidad disuasoria que evita los conflictos armamentísticos entre países.

Algunos de los carros de combate existentes en la actualidad serían, el *T-90* (Rusia), *Merkava Mk.3* (Israel), *M1A2 Abrams* (EEUU), *Challenger 2* (Reino Unido), y el que nos ocupa en nuestro estudio, el *Leopardo 2A* (España).



Figura 9. Carro de combate Leopard 2E. <http://www.motor16.com>

Hoy en día, el Leopard 2E, se trata de uno de los carros de combate más completos existentes, debido principalmente a sus avanzados sistemas de puntería y la adaptabilidad que tiene a todo tipo de terrenos.

4.2.1. Armamento en dotación en Unidades de Carros. Problemas.

En España, las unidades de carros de combate están tripuladas por un equipo formado por cuatro miembros: conductor, cargador, tirador y jefe de carro. Debido a las reducidas dimensiones dentro del vehículo, cada tripulante tiene de armamento por dotación una pistola, exceptuando al cargador, que dispone de un fusil HK G36 E. El pequeño espacio del interior del Leopard 2E no permite al cargador llevar el fusil en el interior del carro. Éste debe dejar el fusil en un arcón exterior, que se encuentra habilitado para tal fin. De esta manera, el cargador es el único miembro de la tripulación que no porta un arma en el interior del carro.

Cabe plantearse si sería necesario que o bien todo el personal del carro portase fusil o que el fusil del cargador pudiese ir dentro del habitáculo. La justificación es la necesidad en el combate. Aunque los carros de combate cuentan con una serie de medios, como una ametralladora coaxial que ofrece protección contra un enemigo ligero, hay que tener en cuenta que a lo largo de un conflicto los vehículos pueden sufrir averías o carencias en abastecimiento que dificulten o hagan imposible su uso, así como situaciones imprevistas en las que sería necesario que su personal saliese del carro. Para estas ocasiones, sería recomendable que todo el personal dispusiese de fusiles para poder encontrarse en igualdad de condiciones que un combatiente a pie.

En ese sentido, en los manuales de tripulantes de carros de combate, se incluye la creación de un sistema de vigilancia y alarma, donde se contempla la creación de unas patrullas a pie, en las que *“los tripulantes del carro pueden ser designados para patrullar la zona que ocupa la unidad. Deben portar fusil y medios de enlace”* [21]. A su vez, en operaciones de mantenimiento de la paz en contacto con la población civil, según el manual de tripulación del Leopard 2E, *“hay que evitar el acercamiento de los civiles a los carros de combate”*. Para ello podría ser necesario que desembarcase personal de los carros y preparasen una concertina alrededor de estos, o simplemente realizasen labores de prevención contra personal civil. Para dicha labor, el personal debería portar el fusil.

Por estas razones, es importante considerar la necesidad de que todos los tripulantes de los carros de combate portasen sus fusiles como dotación en el mismo carro, para poder desempeñar dichas funciones de personal de a pie. Como se ha mencionado con anterioridad, sólo uno de los tripulantes tiene como dotación el fusil HK y a su vez, dicho fusil se encuentra situado en un cajón exterior del carro. Esto plantea dos problemas:



- En primer lugar, la disposición del fusil del cargador en la parte exterior del carro, hace que este miembro de la tripulación tenga que exponerse al exterior, sin contar con la protección del carro, para poder coger su fusil. De esta manera pasaría un tiempo aproximado de “*un minuto y medio*”⁸ en el que el cargador se encontraría vulnerable para defenderse ante un enemigo próximo.
- El segundo problema resultaría en que el resto de los tripulantes de los carros únicamente dispondrían de pistola para poder defenderse en caso de tener que desembarcar del carro. Esto hace que sus medios individuales de combatir se encuentren con una capacidad de fuego muy inferior a la que podría tener un combatiente con un fusil de combate. Por otro lado, en caso de enfrentarse contra personal civil, una pistola no sería un medio apto, ya que un fusil permite realizar una defensa utilizando el culatín o la boca del arma como herramienta para aturdir sin tener que realizar fuego.

4.2.2 Soluciones propuestas.

Una posible solución a los problemas mencionados anteriormente, sería, de acuerdo con los expertos en carros de combate, el Capitán don Juan José Ortega Castillo y el Teniente Carlos Paccini Sancho, la utilización de un fusil más corto. Un fusil con un tamaño más reducido permitiría su almacenamiento en el interior del carro de combate Leopard 2E, solucionando de esta manera los problemas surgidos anteriormente.

Para analizar la viabilidad de esta propuesta, se ha llevado a cabo un estudio de las dimensiones del interior del carro de combate para poder así aclarar si el fusil HK G36 KV cumpliría con las condiciones necesarias para poder ser establecido como fusil de dotación para la tripulación al completo de los carros de combate.

En dicho estudio, se comprobaron las diferentes zonas habitables del carro de combate, buscando posibles huecos en los que fuese posible poner un sistema para enganchar el fusil. Para ello, se analizaron las 4 áreas del vehículo. A continuación, se detallará el espacio disponible de cada puesto, y se realizarán propuestas para la colocación de un enganche para poder colocar el fusil.

⁸ Tiempo medido, contado desde que se abre la escotilla, sale el cargador, éste coge su fusil y finalmente se encuentra en disposición de hacer tiro.



En primer lugar, el sitio dedicado al jefe de carro (figura 12) dispone de poco espacio. Sin embargo, en su espalda, existe un pequeño hueco dedicado para colocar instrumentos, entre ellos una brújula, cuyo tamaño no supera un palmo, que podría utilizarse para incluir un armero para el fusil HK G36 KV.

Junto con el espacio dedicado al jefe del carro se encuentra justo debajo el puesto del tirador cuya limitación espacial es mayor. Debido a las limitaciones de espacio, no es posible incluir un lugar para introducir el fusil en dicho sitio. Sin embargo, sería posible, debido a su conectividad interior con el puesto del cargador, que se pudiese incluir un espacio en dicho puesto y así realizar la entrega del fusil por dentro del carro.



Figura 10. . Puestos de Jefe de carro y tirador del carro de combate Leopard 2E. <http://www.steelbeasts.com>



Figura 11. Puesto del conductor del carro de combate Leopard 2E. <http://www.rusarmy.com/>

El puesto del conductor del carro, tiene también una limitación espacial reseñable. Sin embargo, al igual que en el puesto anterior, sería posible incluir el fusil del conductor dentro del puesto del cargador, y de esta manera, al disponer de enlace interno, tener acceso a él.

En último lugar, el puesto del cargador, se trata del lugar más espacioso del carro. Tras un estudio de su interior utilizando el fusil HK G36 KV, y tomando medidas de los diferentes lugares disponibles, se llega a la conclusión de que sería factible inicialmente incluir varios sistemas de sujeción para el fusil en dicho lugar. Los lugares propuestos serían:

1. La parrilla de separación del puesto del cargador con los puestos del tirador y jefe de carro. En dicha parrilla existiría el espacio suficiente como para la colocación de 3 fusiles y al menos 15 cargadores, quedando la distribución de la manera presentada a continuación:
2. Otro lugar propuesto, sería en el mismo puesto del cargador, la utilización del techo sobre el cierre. Este lugar cuenta con un espacio lo suficientemente amplio como para la colocación de dos fusiles.
3. La última propuesta sería tras el cierre del cañón. La utilización de este lugar sin embargo, dificultaría el acceso a la radio por parte del cargador, aunque seguiría permitiendo su utilización.



Finalmente, otra posible solución para la incorporación del fusil HK G36 KV para todos los miembros de la tripulación, sería la colocación de arcones en el exterior del carro, como actualmente se hace para guardar el fusil del cargador. De esta manera, según el experto en la materia, el Capitán don Juan José Ortega Castillo, daría un acceso más sencillo a los diferentes miembros de la tripulación. Esta solución, sin embargo, no cumpliría con la función de dar protección a la tripulación según salen del carro de combate.

5. ANÁLISIS COMPARATIVO

Con el fin de comprobar experimentalmente la eficacia de tiro de los dos modelos de fusil HK G36 E y HK G36 KV se han llevado a cabo una serie de experimentos que se detallan a continuación. Para la correcta ejecución de los ejercicios es necesario determinar una serie de factores que podrían falsear los resultados. A continuación, se detallan estos factores así como las medidas que se llevaron a cabo durante los ejercicios a fin de minimizar su efecto en los resultados.

5.1. Encuesta de comparación entre los modelos HK G36 E y HK G36 KV.

A lo largo del proyecto, se realizó una encuesta a un total de 100 miembros de las FAS, especialmente aquellos de los que se tenía la certeza de haber utilizado con anterioridad el modelo del fusil HK G36 KV, con el fin de tener respuestas de personal especializado sobre una comparativa entre ambos fusiles. El modelo de encuesta aparece en el ANEXO 2 del proyecto.

Dicha encuesta, recoge diferentes situaciones tales como la distancia a la que desarrollan las prácticas de fuego, o incluso las necesidades de armamento del personal desplegado en misión en el caso de encontrarse con personal hostil. En primer lugar, analizaremos la distancia a la que el personal es capaz de agrupar los disparos en un objetivo en las posiciones con mayor facilidad para realizar dichas agrupaciones. Estas posiciones son:

- **Tendido con apoyo:** El tirador adopta la posición tumbado sobre el suelo, utilizando un apoyo (generalmente una mochila llena) para poder apoyar el fusil y que éste sufra la menor desviación causada por el movimiento del cuerpo posible.
- **Rodilla en tierra:** El tirador se coloca apoyando una rodilla en el suelo y utilizando la otra como apoyo. De esta manera colocará el codo sobre la rodilla y mantendrá el fusil con el menor movimiento posible.
- **En pie:** El tirador, haciendo frente al objetivo, se colocará ligeramente de lado, y sostendrá el fusil sin apoyo de ningún tipo.



Los resultados del uso de cada una de estas posiciones con el fusil HK G36 E se muestran en las figuras 12, 13 y 14:

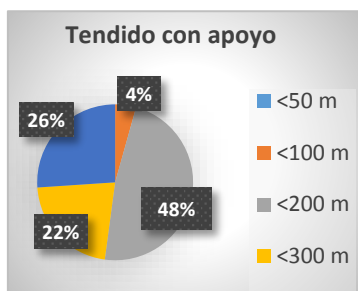


Figura 12. Respuesta de la pregunta 5 de la encuesta.

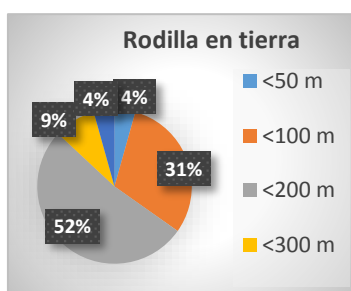


Figura 13. Respuesta de la pregunta 6 de la encuesta.

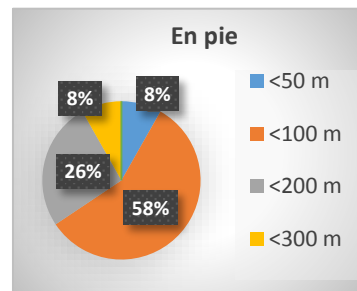


Figura 14. Respuesta de la pregunta 7 de la encuesta.

Como puede observarse en las figuras 12, 13 y 14, a partir de 300 metros, el personal entrenado de las FAS comienza a tener problemas para realizar agrupaciones a medida que va aumentando la dificultad del ejercicio. Este valor es un orden de magnitud menor que el correspondiente al alcance (aproximadamente 4000 metros) que se obtiene con ambos modelos de fusil. Cabe recordar que el modelo E (4000 m) ofrecía un alcance ligeramente superior que el modelo KV (3700 m).

El resultado obtenido en el presente estudio indica, sin embargo, que el valor máximo de la distancia para la cual el tiro con el HK es eficaz es 300 metros y que, por lo tanto, las pruebas para decantarse por un modelo u otro deberían realizarse teniendo en cuenta esta limitación. Por otro lado, los resultados obtenidos están de acuerdo con los datos que se recogen en las especificaciones de ambos modelos en cuanto a la similitud de alcance efectivo entre ambos fusiles (200 – 800 m según la mira).

Esto nos muestra, que la ligera diferencia en cuanto al alcance del disparo que nos muestran las tablas mostradas en [ANEXO 1] obtenido en ambos modelos no debe ser un criterio determinante a la hora de decantarse por un modelo de fusil u otro.

Es interesante comentar que los mismos tiradores utilizaron ambos fusiles para comparar la eficacia de sus disparos (como se verá en el apartado 5.4) a fin de notar si había alguna diferencia en sus agrupaciones utilizando un fusil u otro. Este hecho es interesante ya que coincide en gran medida con la respuesta obtenida de la pregunta 3, sobre la comparación de agrupaciones entre los modelos E y KV.

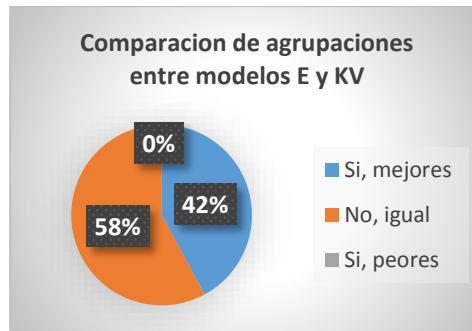


Figura 15. Respuesta de la pregunta 3 de la encuesta.

Los resultados de la encuesta, son los esperados desde un inicio del proyecto, ya que sitúan a ambos fusiles a un nivel similar de eficacia de tiro (ver figura 15). En algunos casos, sin embargo, los tiradores afirman que se sienten más cómodos con la utilización del modelo KV. Esto lo atribuyen por un lado al menor peso del fusil y por el otro a la distribución del peso, ya que el centro de masas está más cerca del tirador.

La figura 16 muestra los resultados obtenidos a la pregunta 2. Las respuestas reflejan con una amplia mayoría que el modelo HK G36 KV resulta mucho más cómodo para trabajar en lugares estrechos con dificultad para moverse, en opinión de profesionales de las FAS.

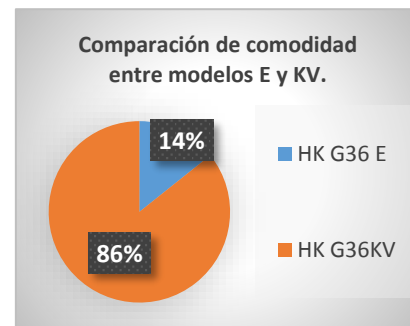


Figura 16. Respuesta de la pregunta 2 de la encuesta.



Figura 17. Respuesta de la pregunta 8 de la encuesta.



Figura 18. Respuesta de la pregunta 9 de la encuesta.

Un aspecto relevante en la encuesta es la participación de un alto porcentaje de profesionales de las FAS que estuvieron desplegados en misión (56 %). Dentro del personal que ha estado desplegado de misión, un 12% han entrado en combate con personal hostil, por lo que su opinión tiene una especial relevancia respecto a la del personal cualificado que no ha podido desempeñar su trabajo en misiones.

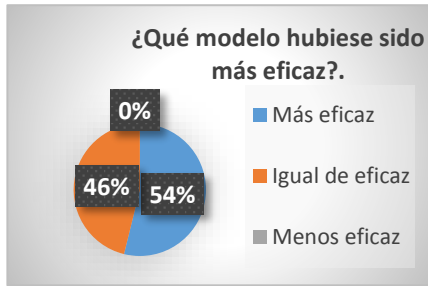


Figura 19. Respuesta de la pregunta 13 de la encuesta.

En este sentido, la pregunta 13: ¿Piensa Ud. que la utilización del modelo HK G36 KV hubiese sido mejor, igual o menos eficaz? (ver figura 19) dirigida a únicamente a los miembros de las FAS que estuvieron desplegados en misiones internacionales muestra que para un 54 % de los encuestados el modelo KV más eficaz que el modelo E. Es interesante destacar que ninguno de los encuestados opinó que el modelo KV hubiera sido menos eficaz.

5.2. Definición de factores de influencia en la realización de los experimentos.

Como se indicó anteriormente, en este trabajo nos centramos en analizar las diferencias operativas y de efectividad en el tiro de ambos modelos de fusil en base a su diferente longitud de cañón. Teniendo esto en cuenta, es necesario inicialmente establecer todos aquellos factores que podrían afectar a los resultados derivados de los diferentes experimentos en el campo de tiro con el fin de poder corregirlos para que no falseen nuestros resultados. Estos factores se muestran en el diagrama de espina de pez que aparecen en la figura 20.

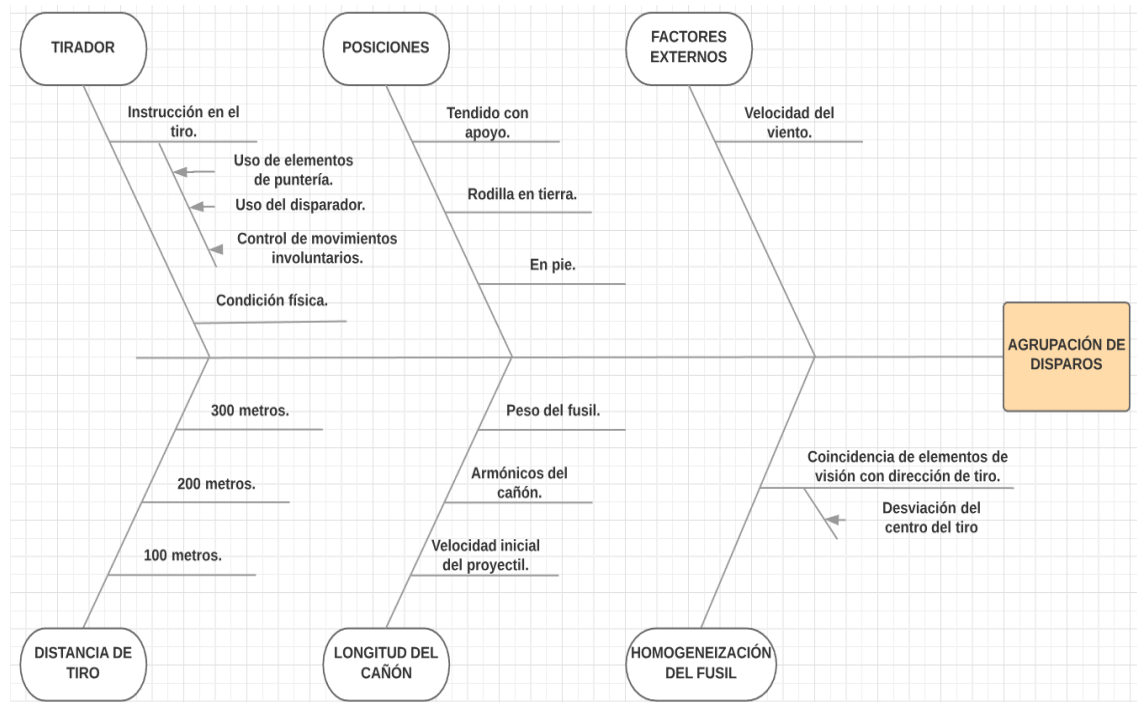


Figura 20. Esquema de espina de pez sobre factores que afectaron a los diversos ejercicios de tiro.

A continuación nos centraremos en analizar aquellos factores que afectarían en mayor medida en los resultados del ensayo proponiendo diferentes medidas para minimizar su efecto.



Tirador

- Instrucción en el tiro. Una semana antes de la realización de los diferentes ejercicios de tiro, se realizó una teórica sobre el uso del fusil HK G36 y la utilización de los sistemas de puntería de dicho fusil [22]. Las teóricas también incluyeron una explicación de los tipos de ejercicios que se realizarían en los ensayos, así como de cómo lograr una mejora en el control de los movimientos involuntarios del cuerpo (como pulso o respiración)[23].
- Condición física. Para que la condición física no afectase de forma notable a los ensayos, los diferentes ejercicios propuestos fueron diseñados sin incluir fatiga a fin de que ésta no determinase la precisión de los tiradores.

Factores externos

- El factor del viento. Se trata sin duda de uno de los efectos que más puede afectar al ejercicio, ya que por motivos logísticos, tuvo que ser realizado en campos de tiro al aire libre. Para disminuir su impacto, se incluyó una breve explicación en la teórica nombrada anteriormente, para que los tiradores aprovecharan los momentos con menos viento para realizar el disparo.

Homogeneización del fusil

- Antes de cada ejercicio se realizó un tiro de homogeneización a 100 metros, para poner a punto los distintos fusiles utilizados [22]. No obstante, durante los ejercicios no se tuvo en cuenta que el centro de los impactos fuese coincidente con el centro del blanco, sino que se tuvo en cuenta la agrupación existente respecto a dicho centro de impactos.

5.3. Estudio experimental del comportamiento entre ambos fusiles.

Teniendo en cuenta los resultados mostrados en la tabla 2, durante el periodo de prácticas se realizaron una serie de experimentos de tiro de precisión a 300 metros con los modelos de fusil HK G36 E y HK G36 KV. Para ello se utilizaron las instalaciones del campo de maniobras de “San Gregorio”, concretamente el campo de tiro “Charlie”, ya que se trata del campo de tiro de mayor tamaño (300 metros máximo) accesible para la realización de los diferentes ensayos. El objetivo del experimento es comprobar experimentalmente la eficacia del tiro de ambos modelos de fusil.

Durante el ejercicio, 2 tiradores fueron los encargados de realizar las secuencias de disparo, utilizando en primer lugar un modelo de fusil y luego el otro. Para ello, realizaron un total de 100 disparos por cada modelo de fusil distribuidos en 5 cargadores



de 20 adoptando la posición de tendido con apoyo⁹. La medición de la agrupación de los disparos se llevó a cabo en las mismas condiciones utilizando el mismo círculo de medición de 30 cm de diámetro [23]. Los resultados obtenidos aparecen reflejados tabla 2.

	Tiro de fusil a 300 metros.	
	HK G36 E	HK G36 KV
Resultados de impactos agrupados.	9	12
	10	9
	10	9
	15	9
	12	15
Promedio	11,20	10,80

Tabla 2. Resultados ejercicio de tiro de precisión a 300 metros.

Como se puede observar en el resultado obtenido en la tabla 2, la diferencia en cuanto a la agrupación entre ambos modelos está dentro del error de la medida o desviación típica $\sigma = \pm 1$ calculada de acuerdo a:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N(N-1)}}$$

siendo N el número de mediciones realizadas ($N = 5$ en nuestro caso) \bar{x} el valor promedio y x_i el valor obtenido en cada medición, por lo que podemos concluir que el comportamiento de la munición de 5,56 mm es el mismo, o por lo menos muy aproximado para ambos fusiles a una distancia de 300 metros.¹⁰

5.4. Análisis experimental

En el siguiente apartado, se pretende realizar una comparativa entre los modelos HK G36-E y el modelo KV y poder estudiar así la contribución y el efecto que realiza cada modelo a la hora de realizar ejercicios de tiro. Para ello se evaluarán las agrupaciones realizadas durante los ejercicios con el fin de comprobar, si el modelo KV cumpliría con la necesidad como fusil de asalto en todo el ET.

Para el desarrollo de este estudio, se ha elegido la herramienta de calidad de diseño estadístico de experimentos (DEE) [24]. Esta herramienta consiste en la realización de un conjunto de pruebas, con una serie de variables. A lo largo de las pruebas, se realizan de manera intencionada una serie de cambios en las variables que forman el proceso, de forma que sea posible observar e identificar las causas de los cambios en la de salida. En el caso de nuestro diseño, se busca averiguar cuáles son

⁹ esta posición de tendido con apoyo sirve para evaluar la trayectoria del disparo minimizando la influencia del propio tirador, ya que esta posición se adopta con el tirador tumbado en el suelo, apoyando el fusil en un apoyo, evitando de esta manera que sufra movimiento por su sujeción con el brazo

¹⁰ Debido a la imposibilidad de utilizar un campo de tiro mayor, la distancia máxima posible para la realización del experimento fue de 300 metros.



las causas que afectan en mayor medida a la agrupación en el tiro, incluyendo entre estas, los dos modelos de fusil que recogemos en el proyecto.

Tras un estudio inicial, se contempla la posibilidad de realizar una toma de datos de 8 conjuntos de pruebas, en los que mediremos 3 factores¹¹ que formarían el proceso con 2 niveles¹² diferentes en cada factor.

Los 3 factores a medir serán la distancia, el modelo del fusil y la posición. A continuación se detallará cada uno de los factores:

1. Distancia (A): Los tiradores se situarán a una distancia inicial de 100 metros del objetivo para la realización del ejercicio, y tras su ejecución lo realizarán a una distancia de 200 metros. Mediante dicha variación, se quiere estudiar la influencia de la distancia en el tiro, para así poder comprobar si el modelo KV cumple con las mismas capacidades o más en cuanto a la precisión que el modelo E.
2. Modelo de fusil (B): En función de un ejercicio u otro, se realizará la prueba con el modelo E o el modelo KV, para de esta manera poder incluir este parámetro en el estudio de la puntería utilizando un fusil u otro. Es de destacar que, para la realización de la medición en la agrupación de los disparos, se ha tenido en cuenta que dicha agrupación se encuentre dentro de un círculo de 30 cm de diámetro [23], en todas las modalidades de tiro.
3. Posición (C): Se evaluarán dos posiciones: 1) tendido con apoyo para evaluar la trayectoria del disparo minimizando la influencia del propio tirador, ya que esta posición se adopta con el tirador tumbado en el suelo, apoyando el fusil en un apoyo, evitando de esta manera que sufra movimiento por su sujeción con el brazo y 2) En pie, con lo que se pretende reflejar la influencia en la precisión de la utilización de un fusil más ligero.

Para comenzar el ejercicio, los respectivos factores fueron etiquetados como se indica a continuación en la tabla 3:

¹¹ Los factores se tratan de las variables de entrada en los experimentos, que se dividirán en este caso en dos niveles por cada uno de los factores.

¹² Con niveles se refiere a las variables de cambio que ofrece cada uno de los factores. Por ejemplo, en el factor "Distancia", como niveles podríamos tener, 100 metros, 200 metros, 250 metros, 300 metros, etc.



Plan de ensayos multifactorial completo				
	Factor	Nivel	Valor	Unidades
A	Distancia	-1	100	Metros
		1	200	Metros
B	Modelo	-1	G36 KV	
		1	G36 E	
C	Posición	-1	Tendido con apoyo	
		1	En pie precisión	

Tabla 3. Tabla de ensayos multifactorial.

Una vez planteado el plan de ensayos multifactorial, que puede observarse en el ANEXO [3], se incluye una tabla matricial, para ordenar los niveles positivos o negativos y todas las posibles combinaciones (tabla 4).

Indicador decimal	Matriz del plan de experimentos										Respuesta				
	Factores			Factores			Interacciones				Mediciones				
	A	B	C	A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Y0	Y1	Y2	Media	Desviación
0	0	0	0	-1	-1	-1	1	1	1	-1	10	9	10	9,67	0,58
1	1	0	0	1	-1	-1	-1	-1	1	1	9	10	9	9,33	0,58
2	0	1	0	-1	1	-1	-1	1	-1	1	10	10	10	10,00	0,00
3	1	1	0	1	1	-1	1	-1	-1	-1	10	9	10	9,67	0,58
4	0	0	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	7	8	8	7,67	0,58
5	1	0	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	5	7	6	6,00	1,00
6	0	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	6	5	7	6,00	1,00
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	3	3,33	0,58

Tabla 4. Matriz del plan de experimentos. (Ver ANEXO 4 para una mejor resolución)

Una vez introducidos los diferentes datos de las mediciones de los ejercicios con las diferentes combinaciones posibles (Y0, Y1, Y2)¹³ y obtener su media, obtendremos la siguiente tabla 5, donde se nos muestran las medias de los niveles alto y bajo. Con dichas medias finalmente podremos obtener el efecto¹⁴ de los factores y las interacciones y tras una serie de cálculos, tendremos las contribuciones básicas.

¹³ Y0, Y1 E Y2 son las mediciones tomadas de los ejercicios. De manera que en una misma línea, Y0, Y1 E Y2 corresponden a resultados distintos del mismo tipo de ejercicio para finalmente realizar una media.

¹⁴ El efecto tiene en cuenta las interacciones entre factores, mientras que la “contribución básica” muestra lo que se espera obtener sin tener en cuenta estas interacciones.



Media de las respuestas a nivel alto				7,08	7,25	5,75	7,58	7,25	7,08	7,58
Media de las respuestas a nivel bajo				8,33	8,17	9,67	7,83	8,17	8,33	7,83
Efecto				-1,25	-0,92	-3,92	-0,25	-0,92	-1,25	-0,25
"-ABC"				-1,00	-0,67	-3,67	0,00	-0,67	-1,00	
"-BC"					0,33	-2,67				
"-AC"				-0,33		-2,00				
"-AB"				-0,33	0,33					
Contribución básica				-0,33	0,33	-2,00	0,00	-0,67	-1,00	-0,25

Tabla 5. Resultados obtenidos del Efecto y la Contribución Básica.

Para poder interpretar los resultados obtenidos durante los ejercicios, se presenta tabla 6., donde podremos leer con claridad lo ocurrido durante los ejercicios.

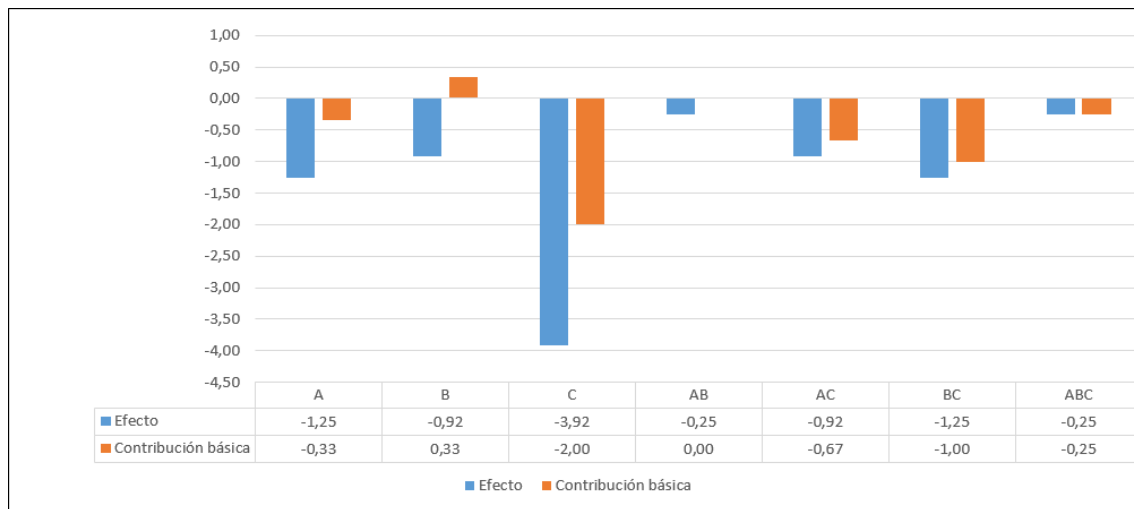


Tabla 6. Resultado del Diseño Estadístico de Experimentos.

Como se puede observar la posición (factor C) es el factor que más afecta a la hora de realizar el tiro, seguido de la distancia (A) y la combinación entre posición y modelo de fusil (CB).

Finalmente, cabe señalar que el efecto y la contribución básica de la combinación entre distancia y modelo de fusil (factor AB) no son significativos. Esto significa que para una distancia de 200 metros, que es el máximo empleado en los experimentos, la utilización de un fusil u otro no ha afectado para la realización de agrupaciones.

La principal conclusión de este análisis experimental es que el modelo de fusil HK G36 KV ofrece similares prestaciones a la hora de realizar el tiro que las del modelo HK G36 E.

Otro aspecto igualmente destacable es que la utilización de un modelo u otro de fusil afectaba en mayor medida a las agrupaciones obtenidas cuando se adoptaba la postura en pie. Estos resultados indican que, tal y como se preveía, el fusil HK G36 KV resulta más adecuado para el combate no solo por su reducido tamaño (que ofrece mayores ventajas en su manejo en lugares estrechos), sino que a su vez facilita la agrupación de disparos respecto del uso del modelo largo (HK G36 E). Esto afecta a



que personal entrenado tenga una mayor facilidad para poder agrupar disparos que con el modelo largo.

6. CONCLUSIONES

Para poder exponer las conclusiones del trabajo de investigación realizado se realizará una recopilación de los principales resultados obtenidos en los diferentes análisis incluidos en el proyecto. Finalmente, se incorporará un apartado analizando las conclusiones obtenidas de las necesidades existentes hoy en día sobre el uso del fusil para el ET.

6.1. Resultados de los análisis comparativos

A partir de la comparación de las capacidades de ambos fusiles, se concluye que ambos modelos, el HK G36 E y el HK G36 KV son capaces de desempeñar el mismo rendimiento a la hora de realizar tiro.

Las encuestas llevadas a cabo a personal especializado de las FAS indicaron que un 54% de los encuestados, frente a un 46%, opinaron que el modelo HK G36 KV hubiese podido desempeñar un mejor papel cuando lo necesitaron encontrándose desplegados en una misión internacional. Asimismo, un 84% de los expertos se decantaban por el modelo HK G36 KV para trabajar en espacios reducidos o realizar combate en población, frente a un 14%, que eligieron el modelo HK G36 E.

Finalmente, tras la realización de sucesivos experimentos, y la utilización de la herramienta de DEE, pudimos observar que tanto el efecto como la contribución básica que se nos presenta con la combinación de modelo de fusil y posición (BC), nos muestran, que el modelo de fusil con el cañón más corto proporciona mejores resultados cuando se utilizan posiciones sin uso de apoyos.

En el resultado de esta misma herramienta pudimos a su vez observar, que la variación en el vuelo de los proyectiles existente en la utilización de un fusil u otro, era apenas apreciable, debido a que, con la combinación de fusil y distancia (AB), se pudo corroborar que ambos fusiles eran igual de eficaces en el tiro a distancias de hasta 300 metros.

6.2. Necesidades existentes de fusil en el ET y líneas futuras

A partir de estos resultados, es inevitable decantarse por la sustitución del fusil largo por su respectivo modelo corto en las unidades del Ejército de Tierra. Sin embargo, también hay que destacar que su sustitución implicaría varios aspectos.

Como se comentó anteriormente, el modelo de fusil corto no permite incorporar una bayoneta al fusil. Esta aparente limitación del modelo corto frente al largo no supone un problema ya que el tipo de combate que se realiza actualmente no requiere del uso de una bayoneta. Esto es debido a que el actual enemigo no emplea el combate cercano



debido a su desventaja armamentística. Además, en caso de que fuese necesario, la bayoneta se podría sustituir por la incorporación de un cuchillo como armamento individual. Además de lo anterior, tras una toma de información se ha podido averiguar que el último combate reciente con bayoneta por un ejército de la OTAN fue en el 2004¹⁵. Anterior a este combate, el último combate realizado con bayoneta por EE.UU fue en 1951 [25]. Esto nos lleva a preguntarnos si con las tácticas de combate actuales, es necesario equipar una bayoneta en el fusil.

Actualmente el ministerio de defensa estudia la sustitución del HK G36 por el modelo HK 433 (ver figura 21). Dicho fusil también cuenta con modelos de cañón largo y corto. A la vista de los resultados obtenidos en este trabajo, sería interesante aplicar el estudio desarrollado en este proyecto de cara a la adquisición de ese nuevo modelo en su versión corta.



Figura 21. Fusil HK 433. <http://fuerzaesp.org>

Por último, sería recomendable estudiar las variaciones económicas que supondría la adquisición de un modelo de fusil con cañón largo o con cañón corto. En la actualidad, el aspecto económico es imprescindible en nuestro ejército, por lo que en posibles líneas de investigación futuras sería importante incluir esta investigación.

Como conclusión final, sería importante tener en cuenta todos los datos aportados en el TFG para una futura adquisición de fusiles para el ET. Debido a todas las ventajas nombradas anteriormente, tanto por la información recopilada, como por opiniones de expertos y los resultados experimentales, el fusil de cañón corto sería, a nivel personal, mejor candidato que el mismo fusil con el cañón largo.

¹⁵ Este combate fue realizado por los ingleses en Irak, cuando una patrulla de 20 hombres fueron emboscados. Al darse cuenta su comandante



7. BIBLIOGRAFÍA

Artículos

- [1] <https://gaceta.es/opinion/necesaria-modernizacion-ejercito-tierra-briex-2035-20180909-1001/> Artículo del Teniente General D. *Luis Feliu Ortega*.
- [7] https://www.army.mil/article/89340/linking_room_gets_facelift_at_lake_city_army_ammunition_plant Visto el 25/10/2018.
- [8] <https://standards.globalspec.com/std/1192982/nato-aep-26> Visto el 18/10/2018.
- [9] <http://www.ardec.army.mil/> Visto el 25/10/2018.
- [11] <http://forodeculturadedefensa.blogspot.com/2013/12/> Visto el 07/09/2018.
- [12] <http://www.defensa.gob.es/ministerio/organigrama/sedef/dgam/> Visto el 18/10/2018.
- [15] <https://www.heckler-koch.com/en/products/military/assault-rifles/g36/g36/overview.html> Visto el 04/09/2018.
- [16] Artículo publicado en la revista Tactical Online, número de marzo de 2016. <https://www.thetruthaboutguns.com/2013/10/daniel-zimmerman/the-truth-about-barrel-length-muzzle-velocity-and-accuracy/>
- [17] <https://rifleshooter.com/2014/04/223-remington5-56-nato-velocity-versus-barrel-length-a-man-his-chop-box-and-his-friends-rifle/> Visto el 04/09/2018.
- [18] <http://kilermt.com/balistica-interna-armonicos-del-canon-de-un-rifle/> Visto el 04/09/2018.
- [19] <https://tirotactico.net/2016/03/16/9106> Visto el 18/10/2018.
- [20] <https://rayruiz68.files.wordpress.com/2013/10/trayectoria-556-nato.jpg> Visto el 04/09/2018
- [25] <https://santostefanocarlosalberto.blogspot.com/2012/06/la-bayoneta-entrenamiento-basico.html> Visto el 26/10/2018.

Documentos

- [2] Texto docente “Relaciones internacionales”. Tema 2. La Escuela Realista.
- [3] <https://www.nato.int/archives/strategy.htm>
- [4] Texto docente “Relaciones internacionales”. Tema 6. La OTAN.
- [5] Declaración de necesaria uniformidad de un fusil de asalto de 5,5 mm para las fuerzas armadas españolas. 3
- [6] Documento OTAN AC/225(LG/3- SG/1)D/8.
- [10] PRUEBAS Y ENSAYOS TÉCNICOS CORRESPONDIENTES AL CONCURSO D.N.U. DEL TIPO DE FUSIL DE 5,56 mm
- [24] Texto docente “Ingeniería de la Calidad”. TEMA 4. Calidad en la etapa de diseño.



Manuales

- [21] MI6-102 MANUAL DE INSTRUCCIÓN. TRIPULACIÓN DEL CC LEOPARDO 2E TOMO III
- [22] MANUAL DE INSTRUCCIÓN TIRO CON FUSIL DE ASALTO HK-G 36 E. TOMO I: FICHAS DE TAREAS Y ANEXOS.
- [23] MANUAL DE INSTRUCCIÓN TIRO CON FUSIL DE ASALTO HK-G 36 E. TOMO II: FICHAS DE TAREAS Y ANEXOS.

**ANEXO 1****Tabla comparativa entre fusiles HK G36 E y HK G36 KV E**

	G36 E	G36 KV E
Principio funcional	Toma de gases con cierre de cabeza giratoria	
Dimensiones		
Calibre	5.56 mm x 45	5.56 mm x 45
Longitud total, culatín desplegado	999 mm	860 mm
Longitud total, culatín plegado	759 mm	615 mm
Longitud del cañón	480 mm	318 mm
Paso del rayado	178 mm dextrorsum	178 mm dextrorsum
Altura total con asa de transporte y cargador	285 mm	285 mm
Anchura	64 mm	64 mm
Pesos		
Arma sin cargador	3.40 Kg	3.04 Kg
Cargador de petaca, vacío	0.13 kg	0.13 Kg
Cargador de petaca con 30 cartuchos	0.49 Kg	0.49 Kg
Correa portafusil	0.17 Kg	0.17 Kg
Bayoneta con funda	0.50 Kg	N/A
Otras características		
Visor óptico	Aumentos: ET = 1,5 x. FN = 3 x.	Aumentos: ET = 1,5 x. FN = 3 x.
Fuerza para accionamiento del gatillo	Aprox. 40 N	Aprox. 40 N
Cadencia de fuego	Aprox. 750 d.p.m	Aprox. 750 d.p.m
Velocidad inicial del proyectil - Vo -, aprox.	920 m/s	850 m/s
Energía en boca - Eo -, aprox.	1700 Julios	1570 Julios
Alcance efectivo	Ajuste de miras 200-800 m	Ajuste de miras 200-800 m
Alcance total, aprox.	4000 m	3700 m

Tabla 7. Comparativa entre fusiles HK G36 E y HK G36 KV E. Obtenido de la Biblioteca Virtual ET-MADOC.



ANEXO 2

Los 35 Ejércitos más potentes del mundo

Líder mundial

PAÍS	'RANKING' GENERAL	PERSONAL MILITAR DISPONIBLE	TANQUES	AVIONES	OJIVAS NUCLEARES	PORTAAVIONES	SUBMARINOS	PRESUPUESTO
EE.UU.	1	145,212,012	8,325	13,683	7,506	10	72	612,500,000,000
RUSIA	2	69,117,271	15,000	3,082	8,484	1	63	76,600,000,000
CHINA	3	749,610,775	9,150	2,788	250	1	69	126,000,000,000
INDIA	4	615,201,057	3,569	1,785	80 - 100	2	17	46,000,000,000
REINO UNIDO	5	29,164,233	407	908	225	1	11	53,600,000,000
FRANCIA	6	28,802,096	423	1,203	300	1	10	43,000,000,000
ALEMANIA	7	36,417,842	408	710	0	0	4	45,000,000,000
TURQUÍA	8	41,637,773	3,657	989	0	0	14	18,185,000,000
COREA DEL SUR	9	25,609,290	2,346	1,393	0	0	14	33,700,000,000
JAPÓN	10	53,608,446	767	1,595	0	1	16	49,100,000,000
ISRAEL	11	3,511,190	3,870	680	80 - 200	0	14	15,000,000,000
ITALIA	12	27,869,443	600	795	0	2	6	34,000,000,000
EGIPTO	13	41,157,220	4,767	1,100	0	0	4	4,400,000,000
BRASIL	14	106,784,621	489	748	0	1	5	33,142,000,000
PAKISTÁN	15	93,351,401	3,124	847	90-110	0	8	7,000,000,000
CANADÁ	16	15,786,816	201	404	0	0	4	18,000,000,000
TAIWÁN	17	12,190,243	2,005	775	0	0	4	10,725,000,000
POLONIA	18	18,830,448	1,063	475	0	0	5	18,170,000
INDONESIA	19	129,075,188	374	381	0	0	2	6,900,000,000
AUSTRALIA	20	10,500,000	59	395	0	0	6	26,100,000,000
UCRANIA	21	22,244,394	4,112	400	0	0	1	4,880,000,000
IRÁN	22	46,247,556	2,409	481	0	0	31	6,300,000,000
VIETNAM	23	50,645,430	3,200	413	0	0	1	3,365,000,000
TAILANDIA	24	35,444,716	740	543	0	1	0	5,390,000,000
ARABIA SAUDITA	25	15,246,507	1,095	652	0	0	0	56,725,000,000
SIRIA	26	11,550,588	4,950	473	0	0	0	1,872,000,000
SUIZA	27	3,614,595	200	175	0	0	0	4,830,000,000
ESPAÑA	28	22,964,245	415	531	0	1	3	11,600,000,000
SUECIA	29	4,062,455	280	216	0	0	5	6,215,000,000
REPÚBLICA CHECA	30	4,914,460	123	109	0	0	0	2,220,000,000
ARGELIA	31	20,387,681	1,050	404	0	0	6	10,570,000,000
PAÍSES BAJOS	32	7,728,129	0	160	0	0	4	9,840,000,000
MÉXICO	33	59,179,064	0	373	0	0	0	7,000,000,000
BÉLGICA	34	4,650,921	52	166	0	0	0	5,085,000,000
COREA DEL NORTE	35	12,933,972	6,600	943	<10	0	78	7,500,000,000

Fuentes: Global Firepower, The Center For Arms Control And Non-Proliferation



Figura 22.12. Comparación de ejércitos.. <http://uk.businessinsider.com>



THE 25 MOST POWERFUL MILITARIES IN THE WORLD

COUNTRY	OVERALL RANKING	ACTIVE PERSONNEL*	BUDGET (BILLIONS)	TANKS	AIRCRAFT	AIRCRAFT CARRIERS	SUBMARINES
United States	1	2,500,000	\$581.0	8,848	13,444	19	75
Russia	2	4,017,110	\$46.6	15,398	3,547	1	60
China	3	4,635,000	\$155.6	9,150	2,942	1	68
India	4	3,468,000	\$40.0	6,464	2,086	2	14
France	5	400,770	\$35.0	423	1,282	4	10
United Kingdom	6	332,000	\$55.0	407	879	1	10
Japan	7	307,900	\$40.3	678	1,590	3	17
Turkey	8	596,130	\$18.2	3,778	1,007	0	13
Germany	9	325,000	\$36.3	408	676	0	5
Italy	10	362,000	\$34.0	586	785	2	6
South Korea	11	3,525,000	\$33.2	2,381	1,451	1	15
Egypt	12	1,270,000	\$4.4	4,624	1,133	0	8
Pakistan	13	1,135,000	\$7.0	2,924	923	0	5
Indonesia	14	876,000	\$6.9	468	420	0	2
Brazil	15	2,130,000	\$31.9	486	735	1	5
Israel	16	790,000	\$15.6	4,170	681	0	6
Vietnam	17	5,455,000	\$3.36	1,470	289	0	5
Poland	18	635,000	\$9.36	1,009	461	0	5
Taiwan	19	1,975,000	\$10.7	2,005	815	0	4
Thailand	20	55,000	\$5.4	722	551	1	0
Iran	21	2,345,000	\$6.3	1,658	479	0	33
Canada	22	146,000	\$14.7	181	426	0	4
Australia	23	104,240	\$26.1	59	417	2	6
Saudi Arabia	24	260,000	\$56.7	1,210	722	0	0
North Korea	25	5,200,000	\$7.5	4,200	944	0	70

* Includes active frontline and active reserve personnel

SOURCE: Global Firepower, The Center for Arms Control and Non-Proliferation

BUSINESS INSIDER

Figura 2313. Comparación de ejércitos (1). <http://www.utopiacontagiosa.org>



ANEXO 3

Preguntas encuesta.

Esta encuesta tiene como fin la obtención de información para poder evaluar la necesidad actual del ejército en la utilización del fusil de combate HK G36 E (longitud de cañón 480mm) en comparación con el modelo KH G36 KV (longitud de cañón 318mm). A continuación se detallarán una serie de preguntas que se ruega conteste de forma lo más certera posible.

1. ¿Ha utilizado alguna vez el fusil HK G36-KV?
 - a. Si
 - b. No

2. ¿En caso afirmativo, podría indicar qué modelo le resultó más cómodo para moverse, introducirse en vehículos o realizar combate en población?
 - a. HK G36 E
 - b. HK G36 KV

3. Realizando prácticas de tiro. ¿Ha notado Ud. alguna diferencia en cuanto a sus agrupaciones utilizando el modelo HK G36 KV en comparación con el modelo HK G36 E?
 - a. Si, mejores agrupaciones.
 - b. No, igual.
 - c. Si, peores agrupaciones.

4. En caso de haber marcado la tercera opción, indique la distancia a la que realizó la práctica de tiro.

Habiendo utilizado el modelo HK G36 E:

5. ¿A partir de qué distancia no es capaz de agrupar los disparos en tendido con apoyo?
 - a. <50m
 - b. <100m
 - c. <200m
 - d. <300m
 - e. 300m o más

6. ¿A partir de qué distancia no es capaz de agrupar los disparos en posición de rodilla en tierra?
 - f. <50m
 - g. <100m
 - h. <200m
 - i. <300m
 - j. 300m o más

7. ¿A partir de qué distancia no es capaz de agrupar los disparos en posición de pie?
 - k. <50m
 - l. <100m
 - m. <200m
 - n. <300m
 - o. 300m o más



ACADEMIA GENERAL MILITAR



Habiendo estado desplegado en misión internacional.

8. ¿Ha estado Ud. Desplegado en misión?
 - a. Si.
 - b. No.
9. ¿Ha entrado en combate con personal hostil?
 - a. Si.
 - b. No.
10. ¿Utilizó Ud. o sus subordinados un fusil HK G36 E?
 - a. Si.
 - b. No.
11. En caso negativo indique qué armamento utilizó.

12. ¿Aproximadamente a qué distancia entró en combate?
 - p. <100m
 - q. <300m
 - r. 300m o más
13. ¿Piensa Ud. que la utilización del modelo HK G36-KV hubiese sido igual o menos eficaz?



ANEXO 4

Plan de ensayos multifactorial completo				
	Factor	Nivel	Valor	Unidades
A	Distancia	-1	100	Metros
		1	200	Metros
B	Modelo	-1	G36 KV	
		1	G36 E	
C	Posición	-1	Tendido con apoyo	
		1	En pie precisión	

Tabla 3. Tabla de ensayos multifactorial

Orden ejecución	Indicador	Ejercicio	Y0	Y1	Y2
1º	0	100m, G36 KV, Tendido con apoyo	10	9	10
2º	2	100m, G36 E, Tendido con apoyo	10	10	10
3º	4	100m, G36 KV, En pie precisión	7	8	8
4º	6	100m, G36 E, En pie precisión	6	5	7
5º	1	200m, G36 KV, Tendido con apoyo	9	10	9
6º	3	200m, G36 E, Tendido con apoyo	10	9	10
7º	5	200m, G36 KV, En pie precisión	5	7	6
8º	7	200m, G36 E, En pie precisión	3	4	3

Tabla 8. Ejecución de los ejercicios de tiro y resultados.



ACADEMIA GENERAL MILITAR



			Matriz del plan de experimentos								Respuesta					
			Factores			Factores			Interacciones			Mediciones				
Indicador decimal	A	B	C	A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Y0	Y1	Y2	Media	Desviación	
0	0	0	0	-1	-1	-1	1	1	1	-1	10	9	10	9,67	0,58	
1	1	0	0	1	-1	-1	-1	-1	1	1	9	10	9	9,33	0,58	
2	0	1	0	-1	1	-1	-1	1	-1	1	10	10	10	10,00	0,00	
3	1	1	0	1	1	-1	1	-1	-1	-1	10	9	10	9,67	0,58	
4	0	0	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	7	8	8	7,67	0,58	
5	1	0	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	5	7	6	6,00	1,00	
6	0	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	6	5	7	6,00	1,00	
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	3	3,33	0,58	
Media de las respuestas a nivel alto				7,08	7,25	5,75	7,58	7,25	7,08	7,58						
Media de las respuestas a nivel bajo				8,33	8,17	9,67	7,83	8,17	8,33	7,83						
Efecto				-1,25	-0,92	-3,92	-0,25	-0,92	-1,25	-0,25						
			"-ABC"	-1,00	-0,67	-3,67	0,00	-0,67	-1,00							
			"-BC"		0,33	-2,67										
			"-AC"	-0,33		-2,00										
			"-AB"	-0,33	0,33											
			Contribución básica	-0,33	0,33	-2,00	0,00	-0,67	-1,00	-0,25						

Tabla 9. Tabla completa de Diseño Estadístico de Experimentos.