



Universidad Tecnológica ECOTEC

Título del trabajo:

Análisis balístico de una pistola Glock impresa con tecnología tridimensional.

Línea de Investigación:

Gestión de las relaciones jurídicas.

Modalidad de titulación:

Trabajo de Integración Curricular.

Carrera/programa:

Criminalística.

Título a obtener:

Licenciatura.

Autores:

Aaron Felipe Loaiza Viscaino y Jessie Geovana Cuenca Loja.

Tutor:

Mgstr. Rosa Andrea Portero Ortiz.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico principalmente a mis padres; Carmita y Felipe, quienes siempre han buscado y querido lo mejor para mí, brindándome su apoyo para cumplir mis metas y lograr mis anhelos, por estar siempre presentes para mí a pesar de la distancia demostrándome su total apoyo y confianza hacia mí y por nunca permitir que algo me faltara, sin ustedes esta realidad se hubiese quedado en un simple sueño. Los amo y espero siempre tenerlos orgullosos de mí.

A mis hermanos Javier y Gabriela que me han aconsejado sabiamente para nunca doblegar mi camino, a mantenerme recto con mis responsabilidades y a nunca desaprovechar las oportunidades de estudio que se me presentan. Los amo

A mi enamorada Katherine Milet que me ha brindado su apoyo y amor de forma incondicional, quien en mis días más oscuros ha sido un ser de luz que me ayuda a subir los ánimos, este logro también te lo debo a ti, te amo.

Por último, a mis dos mascotas que me acompañaron en este proceso, mi perrito Zeus que pacientemente esperaba mi regreso cada que me marchaba a Guayaquil a seguir cumpliendo con mis estudios y que me recibía con una emoción y amor indescriptible cuando volvía, disfrutaba tanto de mi presencia y yo de la suya, ya no estás físicamente conmigo, pero siempre te voy a llevar en mi corazón y tus recuerdos plasmados en mi memoria, mi fiel amigo. Y a mi gatito Sherlock, no planeaba tener una mascota después de mi Zeus, pero se robó mi corazón cuando fue rescatado que decidí que su vida y la mía iban juntas, quien fue mi compañía durante tantas largas noches de desvelo en donde dejó de lado una cómoda cama para estar sentado o acostado en el suelo mientras yo estaba en el escritorio realizando todo esto. Por ti me di una oportunidad más con las mascotas, contigo estoy aprendiendo a amar nuevamente a un ser vivo de cuatro patas y aunque no estabas en mis planes, no me arrepiento de nada. Los amo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme salud, vida y la capacidad para culminar esta etapa universitaria.

A mi núcleo familiar por siempre brindarme su apoyo y nunca dejarme solo a pesar de la distancia que nos ha separado.

A mis contados verdaderos amigos que me han acompañado en este proceso y me han ayudado con cualquier tema referente a nuestra carrera o personal, son muy valiosos para mí.

A mi tutora de tesis, Mgtr. Rosa Portero, por sus valiosos consejos, por sus sabias palabras y transmitirme sus conocimientos que, aunque me costaron aprenderlos, lo hice. Siempre voy a llevar sus palabras “usted puede Aaron” o “yo confío en usted”, mil gracias.

A mi profesor Mgtr. Alberto Gutiérrez que también cumplió como tutor para mí, orientándome en la elaboración de este trabajo. Gracias no solo por eso, gracias por haberme transmitido todos los conocimientos sobre la balística forense que gracias a usted yo tengo, la manera en que impartía las clases y compartía sus conocimientos hicieron que me interesara por esta maravillosa materia y que mi tesis sea en base a ella. Espero en algún momento de mi vida poder coincidir nuevamente con usted como profesional. Muchísimas gracias.

Sin el apoyo de ninguno de ustedes, seguramente no hubiese concluido este trabajo de titulación. Gracias.

Aaron Loaiza Viscaino.

DEDICATORIA.

El presente proyecto va dedicado a mis más grandes inspiraciones, Herma Loja y José Cuenca, dos brillantes personas que me dieron la vida. Dos personas que día a día me repitieron que lo podía lograr todo, ser todo lo que yo quisiera; que el mundo me debería de quedar chiquito para todo lo que deseaba ser. Gracias al amor sin medida que me han brindado, a su apoyo incondicional y como no destacar los bastos conocimientos que compartieron conmigo y quien por hoy me estoy titulando en esta carrera, por mi padre y su forma de mostrarme su vida y sus sueños.

Así como también va dedicado a una persona que no estará presente pero que sé que desde el cielo me ha levantado más de una vez cuando parecía no poder más, a mi abuelita Lidia Cajamarca.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios por cada paso que di, por cada equivocación y logro que tuve a lo largo de este proceso universitario y por quien hoy logré cumplir una meta más.

A mi compañero de tesis quien fue el mentor de este proyecto y quien me permitió acompañarlo y plasmar mis conocimientos dentro de lo que fue su idea.

A cada persona que me brindo su mano sin condición a lo largo de mi carrera.

Así como también aquellas personas que forjaron mi carácter, demostrándome que todo lo que uno quiere lograr no se obtiene fácil y que la vida y las personas que vas encontrando a lo largo del camino te van enseñando.

Agradezco a una persona en especial quien ha sido paciente, incondicional y sobre todo ha sido capaz de enseñarme que todo aquello que quiero debo trabajar para conseguirlo, mi pareja.

Jessie Cuenca.

CERTIFICADO DE REVISIÓN FINAL**ANEXO No. 9****PROCESO DE TITULACIÓN
CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR**

Samborondón, 06 de agosto de 2024

Magíster
Abg. Andrés Madero
Decano de la Facultad de Derecho y Gobernabilidad
Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación **TITULADO: ANÁLISIS BALÍSTICO DE UNA PISTOLA GLOCK IMPRESA CON TECNOLOGÍA TRIDIMENSIONAL**, fue revisado, siendo su contenido original en su totalidad, así como el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la guía para su elaboración, por lo que se autoriza a las estudiantes: **Aaron Felipe Loaiza Viscaino / Jessie Geovana Cuenca Loja**, para que procedan con la presentación oral del mismo.

ATENTAMENTE,**Firma****Mgtr Rosa Andrea Portero Ortiz**
Tutora

CERTIFICADO DE COINCIDENCIA DE PLAGIO



PROCESO DE TITULACIÓN CERTIFICADO DEL PORCENTAJE DE COINCIDENCIAS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Habiendo sido revisado el trabajo de titulación **TITULADO: ANÁLISIS BALÍSTICO DE UNA PISTOLA GLOCK IMPRESA CON TECNOLOGÍA TRIDIMENSIONAL** elaborado por **AARON FELIPE LOAIZA VISCAINO / JESSIE GEOVANA CUENCA LOJA** fue remitido al sistema de coincidencias en todo su contenido el mismo que presentó un porcentaje del **5%** mismo que cumple con el valor aceptado para su presentación que es inferior o igual al 10% sobre el total de hojas del documento. <https://app.compileio.net/v5/report/e34968b3dcb6b28e44b30c5a8bd402f8cc39027b/s/summary>

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
registro

TESIS AARON Y JESSIE FINAL (1)

5%
Textos sospechosos

5% Similitudes
+ 1% similitudes entre copias
1% entre las fuentes mencionadas
0% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: TESIS AARON Y JESSIE FINAL (1).docx
ID del documento: 76f134c2d86250cd8a266d21733ca720b45af
Tamaño del documento original: 8,99 MB

Depositante: ROSA ANDREA PORTERO ORTIZ
Fecha de depósito: 6/8/2024
Tipo de carga: interface
Fecha de fin de análisis: 6/8/2024

Número de palabras: 13,563
Número de caracteres: 66,708

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.defensa.gov.ec http://www.defensa.gov.ec/informacion/comunicacion/2022/04/Reglamento-de-la-ley-de-fuerzas-armadas 17 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (1% palabras)
2	Trabajo Final Jessica Castro.docx Trabajo Final Jessica Castro.docx El documento proviene de mi grupo 19 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (1% palabras)
3	www.defensa.gov.ec http://www.defensa.gov.ec/informacion/comunicacion/2022/04/ORDEN MINISTERIAL 140.pdf 13 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (0% palabras)

ATENTAMENTE,

Firma
Mgtr. Rosa Andrea Portero Ortiz
Tutora

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	11
La Criminalística y Balística Forense.....	12
Balística Interior	12
Balística Exterior.....	14
Balística de Efectos.....	17
Armas de fuego y su clasificación	20
El cartucho y sus componentes.....	21
El proyectil.....	22
La vaina	23
El fulminante o pistón	25
La pólvora.....	25
El calibre.....	26
Pistola Glock.....	27
Tecnología de impresión tridimensional.....	28
Cartucho 9x19mm Parabellum	31
Marco Legal en Ecuador.....	32
Art. 360.- Tenencia y porte de armas. –	32
Art. 362.- Tráfico ilícito de armas de fuego, armas químicas, nucleares o biológicas.....	32
Art. 75. –.....	33
Art. 76. –.....	33
Art. 77. –.....	34
Art. 81. –.....	34
Art. 90. –.....	34
Pasos y requisitos para porte y tenencia de armas.....	34
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	37
Alcance de la Investigación	39
Población y muestra de la investigación	40
Métodos empleados	42
Procedimiento.....	42
CAPÍTULO III: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	44
Aptitud de Disparo	45
Análisis balístico externo y de efectos	45
CONCLUSIONES.....	47

RECOMENDACIONES	49
Bibliografía	51
ANEXOS	54

INTRODUCCIÓN

La convergencia de la tecnología de impresión tridimensional y la fabricación de armas de fuego ha suscitado bastante preocupación en cuanto a materia de seguridad y regulación a nivel global. Esta investigación hace énfasis en la pistola Glock 19, un modelo muy reconocido por su fiabilidad, seguridad y diseño compacto, para analizar la factibilidad e implicaciones de producir armas funcionales mediante impresiones 3D.

El objetivo principal de este estudio es analizar desde el punto de vista de la balística forense el desempeño de un arma de fuego corta tipo pistola marca símil Glock elaborada en su mayoría con tecnología de impresión tridimensional. Específicamente, se busca:

1. Analizar el proceso de fabricación de una pistola Glock 19 utilizando tecnología de impresión tridimensional.
2. Evaluar la funcionalidad de la pistola impresa en 3D en comparación con una Glock convencional.
3. Examinar los fenómenos balísticos externos y de efectos producidos por el arma impresa en 3D.

La problemática surge del creciente fenómeno de armas elaboradas a partir de impresiones 3D, que forma nuevos retos y desafíos para la seguridad pública y la regulación de armas. Existen casos recientes en el país, como el desmantelamiento de una organización criminal dedicada a la fabricación de armas haciendo uso de impresoras 3D, que evidencian la urgencia de comprender este fenómeno emergente.

La hipótesis de trabajo plantea que una pistola Glock elaborada en su mayoría con impresión tridimensional pueda alcanzar una aptitud de disparo comparable a la de una Glock convencional, considerando las limitaciones en cuanto a durabilidad y seguridad.

Este estudio es muy relevante para el área científica, las autoridades encargadas del orden y los legisladores ya que proporciona una comprensión técnica a detalle de las capacidades y limitaciones de las armas fabricadas a partir de impresoras 3D, aportando al desarrollo de estrategias eficientes para su regulación.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

La Criminalística y Balística Forense.

La criminalística es una ciencia forense multidisciplinaria y empírica que va estrechamente ligada a la criminología y al derecho penal. Teniendo como misión investigar la escena del crimen para así determinar cómo se llevaron a cabo los hechos, quien o quienes lo cometieron y con qué finalidad fue cometido (UNIR REVISTA , 2021).

La balística es una rama de las ciencias forenses y la mecánica aplicada que basa su estudio en el movimiento y las características del comportamiento de los proyectiles, de igual manera de los fenómenos que acompañan a estos. El estudio general de esta ciencia abarca las diversas manifestaciones que ocurren una vez que deflagra la pólvora del cartucho, esta acción origina presiones extremadamente altas que ocasionan que el proyectil se desplace por el cañón del arma de fuego y posterior a esto, sea expulsado por la boca del mismo. A este estudio se le involucra también la trayectoria del proyectil y los efectos que tiene este al impactar sobre un blanco (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 8).

La balística se divide en tres amplias ramas y son: balística interior, balística exterior y balística de efectos (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 8).

Balística Interior

La balística interior se encuentra definida como la rama encargada de estudiar la manera en que la energía en reposo de un propelente es liberada y pasa a convertirse en energía cinética de un proyectil (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 84).

Son tres las fases del proceso que toma la conversión de la energía y tienen lugar dentro del cañón (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 8)

En primer lugar, la pólvora una vez descompuesta, forma gases y a su vez, libera demasiado calor debido a la combustión del propelente (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 84).

Después, el calor origina presiones altas dentro de la recámara del arma, teniendo como efecto que la bala se desprenda de la vaina dando origen a su movimiento (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 84).

Finalmente, por efecto de la presión de los gases, el proyectil es expulsado hacia

el exterior del arma de fuego por la boca del cañón y como la tercera ley de Newton indica que toda acción tiene su reacción, se origina el retroceso del arma (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 84).

De estos tres pasos expuestos con anterioridad, el primero es un fenómeno químico, el segundo paso es un fenómeno térmico-dinámico y el tercer paso es un fenómeno físico. Entonces se concluye que la balística interior abarca los fenómenos químicos y físicos que causan que el proyectil sea expulsado del arma de fuego a una gran velocidad. Además, que estudia de igual manera los fenómenos mecánicos de las armas de fuego (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 84).

En el ciclo de disparo de una pistola semiautomática ocurren distintas fases en fracciones de segundo dentro del arma de fuego (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 84).

En primer lugar, cargar el arma de fuego, es decir, que un cartucho se encuentre alojado en la recámara del arma (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 84).

La percusión es la que da inicio al disparo y ocurre una vez que el cartucho se aloja en recámara y una vez que esta se encuentre cerrada herméticamente gracias a la corredera, el tirador presiona la cola del disparador que libera al percutor que impactará contra la capsula fulminante ubicada en el culote de la vaina del cartucho (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 84).

Iniciación del pistón; una vez percutida la vaina, el fulminante reacciona produciendo una llamarada (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 84).

Combustión del propelente/pólvora; quemado paulatino sin explosión de los granos de pólvora que, según su cantidad, inicia un aumento de la presión y volumen de los gases (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 84).

Movimiento del proyectil; por efecto de la presión de los gases, el proyectil se desprenderá de la vaina del cartucho e iniciará un movimiento frontal que le permite ingresar al ánima del cañón (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 84).

Ocupación de las estrías; las armas de fuego comúnmente poseen el ánima de su cañón con estrías, estas mismas se le transferirán al proyectil al momento en que se

desplaza por el cañón del arma de fuego. Las estrías brindan mayor estabilidad al proyectil durante su trayectoria (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 85).

Velocidad del proyectil; una vez que este vence su inercia gracias a los efectos de la presión de los gases, el proyectil aumentará su aceleración y mientras los granos de pólvora siguen combustionando, generarán más presión que favorecerá con más impulso y velocidad al proyectil hasta que sea expulsado por la boca del cañón (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 85).

Expulsión del proyectil; los gases iniciales se adelantan al proyectil y son expulsados antes que este por la boca del cañón, a este fenómeno se le da el nombre de viento balístico que crea una depresión en la atmósfera ubicada delante del arma que hace más fácil la entrada del proyectil al espacio libre. El proyectil en conjunto con los gases generalmente rompe la barrera del sonido y se escuchará el estruendo que caracteriza a los disparos de las armas de fuego. Además, quedan granos de pólvora aún en combustión y producen el fognazo que le sigue al disparo (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 85).

Eyección de la vaina percutida; una vez que ya se ha producido el disparo, la vaina percutida que aún se encuentra en recámara es arrastrada por la uña extractora del arma hacia atrás hasta que el culote de la vaina impacte con el expulsor y sea expulsada por la ventana de eyección (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 85).

En el momento que el proyectil abandona el arma de fuego por la boca de su cañón, entra en juego la balística exterior.

Balística Exterior

La balística exterior dedica su estudio a la trayectoria de los proyectiles desde el instante en que estos son expulsados por la boca del cañón y abandonan el arma de fuego y los factores que influyen en la trayectoria de estos (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 108).

Cibrián Vidrio establece a la trayectoria como “una línea que une todas las posiciones que toma el proyectil en el espacio a medida que transcurre el tiempo” y que

“la trayectoria de un proyectil no es una línea recta, sino una parábola” (Balística técnica y forense: balística interior, exterior, de efectos y forense, factores de conversión, fuentes de consulta, 1998, p. 108).

Este efecto de parábola mantiene una relación estrecha entre el alcance y altura de los proyectiles, debido a que la distancia a la que puede llegar uno, dependerá del ángulo en que se encuentre elevado el cañón con en referencia al plano horizontal. Es decir que, a mayor ángulo mayor, mayor distancia o viceversa (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 108).

Existen varios factores que ocasionan que la trayectoria de un proyectil se vea influenciada y son: la resistencia del aire, la fuerza de gravedad de la tierra, la influencia del viento, la rotación de las estrías del cañón y el control que el tirador ejerce sobre el arma de fuego. Estos factores son considerados normales (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 108).

Así mismo existen elementos “anormales” que pueden influenciar en el proyectil y evitar que este impacte en el blanco original. Ejemplos de estos elementos pueden ser: la madera, vidrios, espejos o cualquier otro objeto que se encuentre en la trayectoria del proyectil y que no sea el blanco fijado (Jaime González, 2021).

Volviendo a los factores normales que son las fuerzas internas y externas que inciden en el proyectil, se detallarán algunas.

La resistencia de las moléculas del aire también es considerada como una resistencia pasiva que actúa en el proyectil durante toda su trayectoria, aunque a la vista del ser humano sea imperceptible (Jaime González, 2021).

La fuerza de la gravedad que influye sobre el proyectil se conoce que absolutamente todo cuerpo vivo o inerte que se encuentre dentro del planeta Tierra se verá influenciado con el efecto de la gravedad que atrae a los cuerpos hacia el centro del planeta a 9.8 m/s^2 y claramente los proyectiles no serán la excepción (Jaime González, 2021).

La fuerza centrífuga que desarrolla el proyectil debido a la rotación sobre su propio eje, esto sucede con los proyectiles disparados por armas de fuego con el ánima del cañón

rayada, esta rotación sirve para que se rompan las fuerzas externas que actúan contra el proyectil (Jaime González, 2021).

La fuerza residual y continua son producidos por el viaje de los restos de la pólvora deflagrada y de los gases que siguen al proyectil en su trayectoria (Jaime González, 2021).

La velocidad dentro de la balística forense tiene un papel muy significativo, esto se debe a que se considera el factor de mayor importancia. Se describe a la velocidad como una magnitud física que indica la distancia recorrida por un objeto móvil en un determinado tiempo, su unidad es el metro por segundo, establecida por el sistema internacional (Jaime González, 2021).

Si existe una velocidad mayor, la trayectoria del proyectil se visualiza más rectilínea y a una corta distancia el proyectil va a mantener la mayoría de su energía. Pero si la velocidad es menor, se visualizará una trayectoria más curva debido a la fuerza de la gravedad, y si hay una larga distancia la resistencia del aire afectará la energía del proyectil (Jaime González, 2021).

Con relación a lo expuesto anteriormente, se han dividido dos grupos de armas en cuanto a su velocidad; baja y alta. Las armas de baja velocidad son las que expulsan proyectiles que alcanzan una velocidad menor a 305 m/s, en esta clasificación encontramos a las pistolas a excepción de los revólveres .357 Magnum. Las de alta velocidad son las que disparan proyectiles que alcanzan velocidades de 610 m/s como los rifles auto y semiautomáticos. En el caso de las escopetas, que disparan perdigones, son consideradas armas de media velocidad (Jaime González, 2021).

Cabe recalcar que también existen otros factores diferentes a los ya mencionados que influyen el comportamiento del proyectil como lo es su perfil, estabilidad, poder de expansión, el cabeceo (Sánchez, Torres, García, & Núñez, 2010).

El perfil y forma del proyectil son elementos fundamentales, la forma se refiere al aumento de los efectos de expansión que producen una mayor disipación de energía con el propósito de generar más poder. En cuanto a contenido, se refiere a la capacidad de

fragmentarse durante su trayectoria o en el momento de impactar contra un blanco (Sánchez, Torres, García, & Núñez, 2010).

En la estabilidad del proyectil durante su trayectoria influyen factores rotacionales como los movimientos de precesión y nutación. El movimiento de precesión se traduce en la rotación del proyectil alrededor del centro de su propia masa y la nutación se refiere al movimiento circular que toma la punta del proyectil a lo largo del eje de su trayectoria (Sánchez, Torres, García, & Núñez, 2010).

Mientras que el cabeceo se traduce en un movimiento de la punta del proyectil de arriba hacia abajo de su línea de trayectoria. Existe otro movimiento llamado rodamiento que lo produce la fuerza de gravedad. Que estos dos movimientos se fusionen más la velocidad adquirida por el proyectil, definen la forma en que este se desplaza e impacta (Sánchez, Torres, García, & Núñez, 2010).

Balística de Efectos

La balística de efectos centra su estudio en las acciones y consecuencias ocasionadas por los proyectiles durante y después de que estos impacten contra cualquier objeto o blanco (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 130).

Lamentablemente los estudios y conocimientos sobre esta rama de la balística no se encuentran adelantados como es el caso en la balística interior y exterior. Esto se debe a que la tecnología no permite observar y obtener datos de forma exhaustiva, además que los impactos de los proyectiles difícilmente son perceptibles ante el ojo humano, por lo tanto, la manera más factible de observarlos a detalle es con instrumentación óptica y bajo control. El factor tiempo es una circunstancia que dificulta la elaboración de patrones de comportamiento específicamente para cada calibre de arma y los distintos tipos de proyectiles (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 130).

El estudio de la balística de efectos cataloga al proyectil como la parte más activa de los elementos que conforman al cartucho, por ende, es lo que mayor importancia tendrá para la efectividad de los disparos (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 130).

Balística Forense

Se trata de una rama especializada de la criminalística que dirige su estudio al análisis integral de las armas de fuego, el alcance y dirección de los proyectiles disparados y también los efectos producidos por los mismos al impactar en alguna superficie. En resumidas cuentas, estudia el comportamiento de los proyectiles y examen de trazas relacionadas con el manejo de armas de fuego que están involucradas en presuntos hechos criminales (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 156).

Su propósito es establecer, mediante procedimientos técnicos, correlaciones entre los indicios balísticos (vainas y proyectiles) con las armas de fuego. El éxito de la balística forense dependerá de los conocimientos aplicados de las tres ramas de la balística: interna, externa y de efectos (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 156).

Cibrián Vidrio afirma “para tratar un arma de fuego encontrada en el lugar de los hechos, o simplemente se requiere manipular cualquier arma para realizar estudios, se debe llevar el siguiente estricto procedimiento de seguridad” (Balística Técnica y Forense , 1998, pág. 157)

- Cuando se realiza la entrega o se recoge un arma de fuego, nunca tomarla por el cañón y evitar apuntar la boca del cañón del arma hacia donde estén ubicadas más personas. En el caso de las armas cortas, tomarlas por la empuñadura. Si se trata de armas largas, tomarlas por el guardamano, la culata o empuñadura,
- No colocar los dedos ni cualquier otro objeto en el área de la cola del disparador para evitar contacto con el mismo.
- No introducir cualquier tipo de objetos en la boca del cañón del arma.
- Para mantener intactas posibles huellas dactilares en el arma, hay que manipularla por su empuñadura que es una parte rugosa, también ocupar guantes de látex o poliestireno.

- En caso de armas semiautomáticas y automáticas que su cargador es separable, activar el mecanismo que desaloja el cargador para evitar que el arma se cargue al momento de acerrojarla.
- Acerrojar el arma para desalojar el cartucho de la recámara en caso de haber, o para simplemente cerciorarse que el arma se encuentra descargada.

Para Cibrián Vidrio, en caso de ser necesario la elaboración de un informe sobre las características de un arma de fuego con fines legales, la manera apropiada de describirlas es la siguiente (Balística Técnica y Forense , 1998, pág. 160)

- Tipo de arma.
- Calibre nominal.
- Marca.
- Modelo.
- Matrícula.
- Características particulares.

El tipo de arma de fuego consiste en describirla según su clasificación de acuerdo a la longitud y funcionamiento, por ejemplo, en caso de una pistola glock el tipo de arma será corta semiautomática (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 160).

El calibre nominal, se debe señalar la nomenclatura del calibre exacto del arma, relacionándola directamente con los cartuchos que puede utilizar, por ejemplo; el calibre 9 mm Luger o Parabellum (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 161).

La marca del fabricante se trata de la leyenda impresa en el arma sobre el constructor de la misma, esta leyenda se la puede localizar en cualquier parte del armazón del arma. No confundir con las leyendas “fire” o “warning” que son grabados de prevención (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 161).

La matrícula o número de serie del arma es catalogada la de más importancia ya que es medio más preciso y factible para localizar un arma porque este número no se va a repetir en ninguna otra arma de fuego (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 162).

El modelo corresponde a la descripción del nombre, abreviatura o siglas que el fabricante asigna a cada producto que elabora, ya sea en serie o de edición especial (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 162).

Las características particulares del arma deben ser descritas para evadir posibles repercusiones legales si se da el caso de una sustracción, modificación o sustitución de alguna de las piezas que conforman al arma. Por este motivo es que se recomienda detallar las características que existan en el arma según su estructura (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 163)

Armas de fuego y su clasificación

Arma de fuego es un artefacto mecánico útil para ofender y defenderse, que hace uso de la presión generada por la combustión de la pólvora para disparar uno o más proyectiles a una gran velocidad (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 9).

Existe una gran variedad de armas de fuego de cualquier tipo, por lo cual, para simplificar su clasificación, se establecen armas cortas y armas largas.

Las armas largas tienen incorporado un cañón de gran longitud y generalmente usan cartuchos con mayor capacidad de pólvora para que la energía del impacto de estas sea mayor. Cuentan con una culata que puede ser fija o removible para que sea apoyada en el hombro del tirador para mayor firmeza, amortiguación y disminuir el retroceso del arma. Por último, recalcar que este tipo de armas poseen un largo alcance (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 25).

Las armas cortas por lo contrario cuentan con un corto alcance y están diseñadas para ser manipuladas con una sola mano y pueden ser portadas en el cuerpo del tirador, generalmente a la altura de la cintura. También pueden ser portadas debajo del brazo en fundas especiales para las mismas con el nombre de sobaqueras. Este tipo de armas se subdividen en dos clases: revólver y pistola (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 21).

El revólver tiene la característica de alojar su munición en el tambor giratorio que cumple la función de recámara la cuál no está unida al cañón, a diferencia de la pistola, el revólver no expulsa las vainas percutidas, estas quedan almacenadas en las

recámaras del tambor. Existen de dos tipos, el primero es de simple acción que, para poder producir el disparo, el tirador debe montar manualmente el martillo antes de presionar la cola del disparador. Mientras que el de doble acción no requiere que el tirador monte el martillo por su propia cuenta, sino que al momento de presionar la cola del disparador el martillo se irá montando hasta llegar un punto determinado donde este caiga, percute el cartucho y produzca el disparo (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 21)

Las pistolas son otro tipo de armas cortas que se clasifican en: monotiro, repetición, semiautomáticas y automáticas (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 21).

Las de carga monotiro no poseen almacén cargador, por este motivo el tirador tendrá que realizar la acción de carga y descarga manualmente por cada tiro que desee ejecutar (Guzmán, 1997, pág. 331).

Las pistolas de repetición poseen almacén cargador y el ciclo de carga y descarga se realiza mecánicamente por acción del tirador (Guzmán, 1997, pág. 331).

Las semiautomáticas efectúan un disparo por cada vez que se oprime la cola del disparador, el proceso de carga y descarga se realiza automáticamente por los mecanismos del arma sin necesidad que intervenga el tirador (Guzmán, 1997, pág. 331).

Las automáticas son capaces de realizar disparos de forma continua, siempre y cuando se mantenga presionada la cola del disparador (Guzmán, 1997, pág. 331).

Como indica Guzmán “existen armas de fuego que cuentan con el selector de fuego o conocido también como modo ráfaga que le permite pasar de arma semiautomática a ser un arma automática o viceversa” (Manual de criminalística , 1997, pág. 332). Un ejemplo de este tipo de armas es la pistola Glock, arma en la cual se enfocará la investigación.

El cartucho y sus componentes

El cartucho, proveniente del italiano “cartuccia” y derivado del latín “carta” significa papel, teniendo su origen a finales del siglo XVI cuando el cartucho únicamente abarcaba la pólvora. Con el pasar de los años y atravesando distintos cambios, hoy en día conocemos al cartucho como la agrupación de la bala, la vaina, la pólvora y la cápsula

detonante (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 41)

Existen cartuchos de fuego anular y fuego central.

El cartucho de fuego anular posee la característica de alojar la mezcla fulminante en la periferia o reborde del culote de la vaina, realizando la percusión sobre la pestaña de la vaina. Actualmente este tipo de cartuchos se utilizan en armas de pequeño calibre como lo son el .22 corto, .22 largo, long rifle y magnum (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 46).

El cartucho de fuego central almacena el fulminante en el centro del culote de la vaina, en una cápsula y solo se necesita que la aguja percutora del arma impacte en esta de manera brusca para dar inicio al disparo. Este tipo de cartucho se encuentra por lo general en todo tipo de armas cortas y largas, con excepción del calibre .22 (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 46).

El proyectil

El proyectil se trata de Un cuerpo sólido que por influencia de la velocidad a la que es arrojado, puede impactar en una superficie y causarle graves consecuencias. La bala, por el contrario, se refiere al objeto que servirá como proyectil, solo que sin velocidad y manteniéndose en reposo a la espera de ser disparadas (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 59).

Cibrián Vidrio establece que la clasificación de los proyectiles según los elementos que lo conforman se divide en tres divisiones (Balística técnica y forense: balística interior, exterior, de efectos y forense, factores de conversión, fuentes de consulta, 1998, pág. 60).

Los proyectiles conformados por un único elemento, pudiendo ser macizos o huecos y de elementos como el plomo, latón, bronce, hierro, aluminio o cuproníquel. Inclusivamente hay de madera, cartón y plástico (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 60).

Los proyectiles que lo conforman dos elementos reciben el nombre de ordinarios o blindados, este último es de los más utilizados generalmente. Cuenta con un núcleo de plomo y en ciertas ocasiones de otros materiales como el acero o aluminio que es recubierto por un encamisado de metal, destacando el cobre, el aluminio, el acero, el

latón o el cuproníquel (40% de níquel y 60% de cobre) (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 60).

Los proyectiles que son conformados por varios elementos son los que incorporan un tercer o cuarto material a su composición, por lo general añaden sustancias explosivas, trazadoras o incendiarias (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 61).

Los proyectiles blindados poseen su núcleo cubierto de forma parcial o total que dejan cantidades inferiores de residuos de plomo sobre el ánima del cañón del arma. Este tipo de cartucho blindado recibe el nombre de Full Metal Jacket o FMJ abreviado cuando está parcialmente recubierto por otro material, pero cuando su cobertura es total, recibe el nombre de Total Metal Jacket o TMJ (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 63).

La punta de los proyectiles no siempre será de la misma forma, pueden variar. Teniendo proyectiles de punta blanda y punta hueca. Los proyectiles de punta blanda se caracterizan por tener un alto poder de perforación, es decir que, puede con facilidad entrar en un objeto y atravesarlo. Mientras tanto el proyectil de punta hueca presenta hendiduras al contorno del orificio, estas hendiduras debilitarán el metal del encamisado facilitando la expansión del proyectil mientras penetra una superficie. Este tipo de proyectil cuenta con mayor poder de parada y menor poder de perforación (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 65).

Otro tipo de proyectil para el calibre 9mm Parabellum es el llamado Safety Slug, introducido por Glaser Safety Slug Inc., tratándose de un proyectil de gran rendimiento y con una capacidad de penetración mayor en superficies inanimadas sólidas, y en el caso de cuerpos con vida, presenta mayor poder de parada, sobrepasando 3 veces más al proyectil de punta hueca del mismo calibre (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 67).

La vaina

Siendo la pieza más fundamental de todo el cartucho debido a que la vaina se encarga de mantener al proyectil, pólvora y fulminante unidos en una sola pieza. Tiempo atrás se utilizaban las vainas metálicas en el año 1850, con el pasar de los años, poco mas de un siglo, se perfeccionó la vaina hasta llegar a lo que hoy en día se utiliza; la vaina de latón (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 48).

La vaina de latón consiste en una aleación maleable de cobre y zinc son un porcentaje del 70% y 30% respectivamente. Al ser un material maleable, permite trabajarlo con mucha facilidad, de igual manera tiene buena elasticidad para obturar de forma adecuada (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 48)

Existen otros materiales que son utilizados para la fabricación de vainas, como lo son el acero, el aluminio e incluso el plástico. Siendo el acero el segundo material más común después del latón (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 48)

El aluminio al ser un material abundante se ha empleado para la fabricación de vainas desde hace ya varios años y presentando un gran éxito en las armas cortas, pero con deficiencia para poder ser recargados (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 48)

Por otra parte, las vainas de plástico son empleados para los cartuchos de escopeta, presentando buenos resultados (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 48)

La vaina tiene las funciones de mantener al proyectil, pólvora y fulminante en una sola pieza; evitar que el agua haga contacto con la pólvora y la inutilice; y, por último, obturar la recámara adecuadamente la recámara (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 48).

En cuanto a su forma, la vaina puede ser: cilíndrica, cónica y abotellada. Y por su configuración, pueden ser vainas con pestaña, vainas ranuradas, vainas con base reducida y vainas con base reforzada (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 49).

La configuración de las vainas dependerá de las características del diseño y funcionamiento de las armas en las que serán utilizados, tomando en cuenta que, si estas armas son cortas, largas, de repetición o automáticas (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 49).

Los cartuchos de fuego central pueden presentar dos tipos de vainas que emplean diferentes cápsulas fulminantes, el Berdan y el Boxer (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 50).

La cápsula fulminante Berdan presentará uno o dos orificios de destello o chimeneas, mientras que el Boxer cuenta con un único orificio de destello debido a que también se cuenta con otra pieza llamada yunque que funciona como tope para que la cápsula se aplaste al momento que la aguja percutora la impacta (Cibrián Vidrio, 1998,

pág. 50).

El fulminante o pistón

El fulminante tiene el objetivo de dar inicio a la deflagración de la pólvora una vez percutido. La cápsula fulminante generalmente es de bronce u otros materiales que sean maleables. Inicialmente estos fulminantes estaban compuestos por una mezcla de clorato de potasio con fulminato de mercurio, que producían elevados niveles de corrosión en la estructura del arma, lo que disminuía su utilidad (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 51).

Actualmente los fulminantes cuentan con mezclas orgánicas que eviten la corrosión del arma y su composición química abarca los siguientes elementos: ácido nítrico al 95% de pureza, bicarbonato de aminoguanidina, goma arábiga, nitratos de bario y plomo, óxido de magnesio, resorcinol, sulfuro de antimonio, ácido sulfúrico y polvo de aluminio. Adicionalmente a estos compuestos, algunos fabricantes han optado por emplear laca, se trata de una sustancia impermeabilizante que se coloca sobre el culote del cartucho y evita que se filtre la humedad (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 51).

El fulminante es un componente de vital importancia, pues da inicio al proceso del disparo cuando el percutor del arma golpea sobre este y produce una explosión de los componentes con una llamarada en forma de lengua, iniciando la deflagración de la pólvora (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 52).

La pólvora

La pólvora es el propelente encargado de proporcionar velocidad al proyectil. Aunque este término se deriva de "polvo" no se asemeja en nada, puesto que la pólvora tiene forma de gránulos. A día de hoy, se emplean dos tipos de pólvora conocidas como: pólvora de una base y pólvora de base doble (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 56).

La pólvora de una base tiene como componente principal a la nitrocelulosa, que es disuelta en una mezcla entre éter y alcohol para conseguir una masa pastosa que al secarse puede cortarse de distintas formas, denominándose, así como pólvora base (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 56).

La pólvora de doble base está compuesta por nitrocelulosa y nitroglicerina que al mezclarse con acetona en otra fórmula van a formar cuerdas que se pueden cortar en distintas longitudes, produciendo un tipo de pólvora llamada cordita, y esta misma es conocida como pólvora de base doble. A este compuesto obtenido se le añaden estabilizadores, plastificantes y pequeñas porciones de atenuadores para minimizar la temperatura de la llama, controlando así la reacción de la combustión (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 56).

La nitrocelulosa es un compuesto demasiado peligroso que se le conoce también como algodón pólvora, es una sustancia tan sensible y altamente explosiva que, después de su descubrimiento en el año 1846, significó varios accidentes industriales lo que lo llevó a su suspensión en el continente europeo por más de 15 años (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 56).

La nitroglicerina se trata de otro compuesto que es peligroso y sumamente explosivo, es el resultado de la glicerina tratada con ácido nítrico. No se lo puede usar directamente como propelente en armas de fuego debido a que explota instantáneamente, pero puede ser utilizada para gelatinizar la nitrocelulosa (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 56).

La pólvora se compone de los siguientes elementos: nitrocelulosa (72%), nitroglicerina (23%), estabilizadores térmicos (2%), antiestáticos y antihumectantes (3%) (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 56).

El calibre

Hablar de calibre es hablar de diámetro, lo que significa que el calibre se refiere a la distancia que hay de un extremo a otro en una circunferencia. En el caso de la pistola glock, la circunferencia es el ánima interna del cañón o también la medida externa de la forma cilíndrica que tiene el proyectil. En el caso de armas de ánima rayada, el calibre será el espacio que existe entre dos campos opuestos en el interior del cañón (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 29).

Para la balística forense, el calibre de las armas de fuego es el diámetro de sus

proyectiles (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 30).

La manera de entender el calibre de las armas de fuego con ánima rayada es interpretar la nomenclatura de los cartuchos, en el caso del cartucho utilizado que es el 9X19mm, donde la primera cifra (9) pertenece al diámetro del proyectil medido en milímetros (mm) y la segunda cifra (19) pertenece a la longitud de la vaina igualmente medida en milímetros (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 31).

Con las armas de ánima rayada establecemos dos conceptos de calibre, el real y el nominal. El calibre real se refiere al diámetro del proyectil sin contar las características de su cartucho. El calibre nominal se refiere al calibre específico de los cartuchos que son utilizados por las armas de fuego (Cibrián Vidrio, 1998, pág. 32).

Pistola Glock

Para entrar en contexto es importante conocer un poco sobre esta arma. Su historia se remonta al año 1980, de la mano de Gastón Glock, un ingeniero austríaco sin experiencia en la industria armamentística empieza a diseñar una pistola que cambiaría el eje de las armas de fuego posteriormente. La revolución de este tipo de pistola se debió a su diseño que fue totalmente diferente a lo que se veía en aquella época, Gastón Glock decide construir el armazón del arma con polímero y reforzándolo con fibra de vidrio, reemplazando así al acero, dando como resultado una pistola muchísimo más ligera y duradera a la corrosión (Anónimo, 2020).

El primer modelo fabricado por Gastón Glock fue la Glock 17, la 17ava patente registrada por la compañía, usando el cartucho 9x19 Parabellum y teniendo una capacidad de cargador para 17 cartuchos, haciendo de la pistola muy superior a otras pistolas de la época (Anónimo, 2020).

Para el año 1982 después de pasar por rigurosas evaluaciones del Ejército Austríaco, la Glock 17 fue escogida como la pistola oficial del ejército, dando paso al inicio del éxito en el mercado militar y policial. Poco tiempo tuvo que pasar para que las pistolas Glock ganaran fama en todo el mundo y sean utilizadas por fuerzas de seguridad y militares en muchos países (Anónimo, 2020).

La pistola Glock cuenta con un sistema de la cola del disparador de acción segura que brinda un apriete uniforme a la cola del disparador desde el primer hasta el último disparo. Existen tres seguros mecánicos de funcionamiento automático e independiente que están incorporados al sistema de control de fuego de esta pistola que se desactivan secuencialmente en cuanto se oprime la cola del disparador y vuelven a activarse de forma automática en cuanto la cola del disparador deja de ser oprimida. Cabe recalcar que estos seguros siguen en funcionamiento si la pistola llega a caerse, evitando que existan disparos involuntarios (GLOCK PERFECTION , 2020).

El seguro de la cola del disparador se trata de una palanca incorporada dentro del mismo, cuando la posición del seguro es hacia adelante, bloqueará el movimiento hacia atrás de la cola del disparador. Para efectuar el disparo, deben oprimirse al mismo tiempo el seguro y la cola del disparador. Este seguro está diseñado para evitar disparos en caso de caerse la pistola o si la cola del disparador es sometida a presiones laterales (GLOCK PERFECTION , 2020).

El seguro del percutor bloquea mecánicamente el percutor para que este no haga movimientos hacia adelante en condiciones listas para disparar. Cuando la cola del disparador es oprimida, la varilla de esta empuja el seguro del percutor hacia arriba, dejando libre el camino del percutor y si por algún motivo el tirador decide no efectuar el disparo y suelta la cola del disparador, el seguro del percutor vuelve a activarse automáticamente (GLOCK PERFECTION , 2020).

Para el seguro de caída, la varilla de la cola del disparador se encuentra apoyada sobre la rampa del seguro dentro del armazón del mecanismo de la cola del disparador, la carilla de esta se acopla con la parte trasera del percutor y no permite que este se desplace hacia adelante. Cuando se oprime la cola del disparador, la varilla de esta desciende por la rampa del seguro permitiendo que el percutor sea liberado (GLOCK PERFECTION , 2020).

Tecnología de impresión tridimensional

Hablar de impresiones 3D es hablar de la elaboración de artefactos vía deposición

de capas de un material establecido, una capa sobre otra. Esta tecnología data presencia a inicios de los años 80 y aunque en el comienzo las impresiones 3D eran técnicas lentas y de gran valor, con el gran desarrollo de las tecnologías, hoy en día son más accesibles al público en general y cuentan con mayores velocidades (DASSAULT SYSTEMES, s.f.).

La función de una impresión 3D consta de un modelo digitalizado en 3D que se separa en finas capas con el uso de un software, para después exportar el modelo en formato de código G. Este formato es considerado como un tipo de lenguaje en el que la impresora 3D conocerá de forma precisa cuándo y dónde colocar el material utilizado (DASSAULT SYSTEMES, s.f.).

Los códigos G o G-code son comúnmente usados para dar acciones en específico a una máquina cualquiera, por ejemplo, órdenes como algún movimiento simple. Pueden dar órdenes simples como complejas sin ningún problema (Haas F1 Team , s.f.).

Estos códigos poseen un número por grupo, cada uno de esos grupos poseen comandos para realizar una acción en específico. Por ejemplo, el grupo número 1 de G-code dictará movimientos de los ejes de una máquina de un punto a otro (Haas F1 Team , s.f.).

En resumidas cuentas, los códigos G son como un tipo de líneas secuenciales con instrucciones, cada una de estas líneas le transmite a la impresora una tarea concreta que debe ejecutar. En las impresiones 3D se utilizan dos tipos de comandos; los misceláneos y los generales (FACFOX , 2022).

Los comandos generales se encargan del movimiento de la impresora 3D, identificándose con la letra G. No solo moviliza los 3 ejes que conforman la impresora, también se encargan de la extruir el filamento (FACFOX , 2022).

Por otra parte, los comandos misceláneos ayudan a que la impresora efectúe actividades no geométricas como el calentamiento de la boquilla y cama de la impresora, así mismo se encarga de controlar el ventilador de la misma. A esos comandos los identifican con la letra M (FACFOX , 2022).

FACFOX cataloga a los siguientes comandos como los de mayor importancia para proceder con una impresión en 3D (INSTA3DM, 2022):

- G0 y G1 para movimientos lineales.
- G90 y G91 para el posicionamiento absoluto y relativo.
- G28 y G29 para nivelar automáticamente la cama de la impresora.
- M104, M109, M140 y M190 para establecer la temperatura.
- M106 y M107 para controlar el ventilador de la impresora.

Dassault Systemes explica que, en la actualidad existen diferentes tecnologías de impresión tridimensional disponibles (3DEXPERIENCE MAKE, s.f.)

- FFF (fabricación de filamento fundido) o FDM (modelado por deposición fundida), ambas tecnologías hacen uso de bobinas de filamento.
- SLA (estereolitografía), esta tecnología solidifica a la resina fotosensible.
- PBF (fusión de lecho de polvo), se trata de un conjunto de métodos basados en el polvo fusionado con partículas con láseres.
- Chorro de material o aglutinante, se depositan gotas de material sobre un lecho de polvo.

Las impresoras FFF (fabricación de filamento fundido) o FDM (modelado por deposición fundida) lleva a cabo sus impresiones dibujando una capa plástica fundida en su lecho de impresión, o bien puede construir una placa. La fusión de estos materiales tiene lugar dentro del extrusor que funden los filamentos de plástico mientras los engranajes se encargan de empujarlos por la boquilla (DASSAULT SYSTEMES, s.f.).

La SLA (estereolitografía) se trata de una técnica de impresión tridimensional con resina, utilizando un láser o fuente de luz para calentar la resina fotosensible y solidificarla (DASSAULT SYSTEMES, s.f.).

Dassault Systemes afirma que el proceso de solidificar también puede tomar el nombre de curado y sucede de distintas formas (3DEXPERIENCE MAKE, s.f.).

- SLA láser, un láser es el encargado de curar la resina punto a punto, capa

a capa.

- DLP (Digital Light Processing), luz proyectada por un dispositivo que se dirige a la resina con precisión gracias al uso de un sistema de espejos.
- MSLA (Masked Stereolithography), un dispositivo se encarga de proyectar luz enmascarada por una pantalla LCD.

El PBF (Fusión de Lecho de Polvo) se distribuye en distintos métodos de impresión basados en polvo de los cuales, el SLM (Selective Laser Melting) y el SLS (Selective Laser Sintering) son los que destacan (DASSAULT SYSTEMES, s.f.).

El proceso se basa en que una fuente láser de alta potencia se direcciona a un lecho de material de impresión 3D compuesto de polvo, por efecto del calor del láser las partículas de polvo terminan fusionadas. Esta técnica es mayormente usada para imprimir metales en 3D, aunque el plástico nylon también puede ser compatible (DASSAULT SYSTEMES, s.f.).

Las impresoras 3D de chorro de material o binder jetting son las más similares a las impresoras 2D. En estas impresoras actúan varias boquillas de tamaño mínimo que se encargan de depositar tinta encima de una capa de material en polvo. La tinta puede actuar como el material objetivo o como un material aglutinante que cae sobre el material objetivo (DASSAULT SYSTEMES, s.f.).

Cartucho 9x19mm Parabellum

Este cartucho de arma corta es de los más utilizados alrededor del mundo, diseñado por el alemán Georg Luger en el año 1902, crea este cartucho para equiparlo en su pistola Luger P08. Su denominación más conocida es la de 9mm Parabellum, este término proviene de una frase latina con leyenda “Si vis pacem para bellum” “Si quieres la paz, prepárate para la guerra” (Redacción Armas , 1999).

Esta munición 9mm Parabellum fue utilizada en la primera y segunda guerra mundial por las tropas alemanas en pistolas como la Luger P08, Walther P38 y Astra 600, así como también en el subfusil MP40 (Redacción Armas , 1999).

Posee una distancia efectiva de hasta 25 metros en trayectoria plana, al ser de

pequeño tamaño y sencilla fabricación con un costo bajo, se ha convertido en un cartucho muy accesible al público. Su única desventaja considerable es que tiende a sobrepenetrar las superficies, es decir, provoca heridas con poca profundidad (Redacción Armas , 1999).

Marco Legal en Ecuador

La persona que desee conseguir o portar un arma de fuego en territorio ecuatoriano tiene que considerar que para que esto se le sea permitido debe contar con permisos adecuados para esto, por motivo de que en el país está prohibido el porte y tenencia de armas de fuego, y se encuentra tipificado en el Código Orgánico Integral Penal (COIP) en los artículos 360, 361 y 362.

Art. 360.- Tenencia y porte de armas. – Tenencia de armas hace referencia a que un usuario puede contar con un arma y mantenerla resguardada en un lugar determinado. La persona que tenga armas de fuego sin la autorización debida de la autoridad competente del Estado ecuatoriano obtendrá una sentencia privativa de libertad de seis meses a un año (COIP, 2014, pág. 132).

El porte de armas consiste en llevar consigo mismo un arma a cualquier lugar, para esta actividad, se debe contar igualmente con la aprobación de la autoridad competente del Estado. La persona que porte armas sin autorización será castigada con pena privativa de libertad de tres a cinco años (COIP, 2014, pág. 132).

Art. 362.- Tráfico ilícito de armas de fuego, armas químicas, nucleares o biológicas. Toda persona dentro del territorio ecuatoriano que se dedique a desarrollar, producir, fabricar, emplear, adquirir, poseer, distribuir, almacenar, conservar, transportar, comercializar armas de fuego, piezas o componentes, municiones y explosivos sin autorización debida, recibirá una pena privativa de libertad de cinco a siete años (COIP, 2014, pág. 132).

La persona u organización delictiva que se dedique a patrocinar, financiar, organizar o dirigir actividades con fines de producción y distribución ilegal de armas de fuego, recibirá una sanción con pena privativa de libertad de siete a diez años (COIP, 2014, pág. 132)

Si las armas se tratan del tipo químicas, biológicas, nucleares o contaminantes, la pena privativa de libertad aumentará de diez a trece años (COIP, 2014, pág. 132).

En caso de que las actividades mencionadas tengan como destinado ocasionar conflictos bélicos, la pena privativa de libertad será de diez a trece años (COIP, 2014, pág. 132).

El reglamento a la ley sobre armas, municiones, explosivos en su capítulo 8, a través de varios artículos, deja en claro la tenencia y el permiso de portar armas de fuego.

Art. 75. – La autorización de tenencia de armas de fuego es un documento que acredita la cantidad, tipo, marca, fabricación, serie y calibre de las armas que sean propiedad de bancos, compañías de seguridad privada, clubs de tiro, caza y pesca deportiva, coleccionistas de armas y personas jurídicas que son legalmente autorizadas y registradas por la Dirección de Logística del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas. Esta autorización debe renovarse cada cinco años (REGLAMENTO A LA LEY SOBRE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS, 1997, pág. 22).

Art. 76. – El permiso de tenencia de armas de fuego se trata de un documento que es otorgado por los centros y subcentros de control de armas hacia personas naturales y jurídicas para que tengan un arma autorizada en un determinado sitio (REGLAMENTO A LA LEY SOBRE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS, 1997, pág. 23).

Por otra parte, el permiso de porte de armas otorga a las personas naturales o jurídicas el poder de llevar consigo o a su alcance el arma que tengan registrada (REGLAMENTO A LA LEY SOBRE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS, 1997, pág. 23)

Las armas de fuego de uso civil podrán ser portadas por los ciudadanos según la función, actividad, lugar y justificación para las que fueron autorizadas (REGLAMENTO A LA LEY SOBRE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS, 1997, pág. 23).

Las armas que fueron otorgadas únicamente para su tenencia, si se las quiere transportar, deberán hacerlo descargadas en cajas con todas las medidas de seguridad necesarias y con los cartuchos separados del arma. Para el caso de los coleccionistas, las

armas deben tener el mecanismo de disparo separado (REGLAMENTO A LA LEY SOBRE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS, 1997, pág. 23)

Art. 77. – Las personas naturales pueden conseguir el permiso de portar un arma de fuego para defensa personal y para fines deportivos o cacería (REGLAMENTO A LA LEY SOBRE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS, 1997, pág. 23).

De tratarse de un caso especial y con previa justificación, una persona natural puede ser acreedora de hasta dos armas de fuego como máximo (REGLAMENTO A LA LEY SOBRE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS, 1997, pág. 23).

Las personas naturales que hayan obtenido el permiso de porte de armas para defensa personal podrán llevar consigo el arma autorizada con la cantidad máxima de cartuchos que puede abarcar la alimentadora (REGLAMENTO A LA LEY SOBRE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS, 1997, pág. 23).

Si se trata de armas deportivas o de cacería, las personas primero tendrán que ser afiliados a algún club de tiro, caza y pesca (REGLAMENTO A LA LEY SOBRE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS, 1997, pág. 23).

Art. 81. – Absolutamente toda persona incluido personal de la Fuerza Pública en servicio activo, tendrán la obligación de registrar las armas que tengan en su poder y solicitar el permiso que los acredite como portadores legales (REGLAMENTO A LA LEY SOBRE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS, 1997, pág. 24).

Art. 90. – El permiso de tenencia y porte de armas es personal, no se lo puede transferir a otras personas y será válido en todo el territorio ecuatoriano, sin embargo, este permiso no permite que se las pueda portar en manifestaciones, reuniones, asambleas o cualquier acto público de orden (REGLAMENTO A LA LEY SOBRE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS, 1997, pág. 25).

Pasos y requisitos para porte y tenencia de armas

Desde el domingo 01 de octubre del año 2023, el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas Ecuatorianas habilitó un portal web para que civiles interesados puedan realizar una solicitud que les permita el porte y tenencia de armas de forma legal en el Ecuador. Esto se

debe a que el 1 de abril de 2023, el presidente de aquel entonces Guillermo Lasso firmó el Decreto Ejecutivo No. 707. Este documento el expresidente facultó a los civiles con el porte de armas de fuego con fines de defensa personal (Alexis González, 2023).

El proceso está a cargo de las Fuerzas Armadas a través de su dirección de Control de Armas y todo el trámite para llevarlo a cabo tiene una duración de 60 días. Tramitar estos permisos tiene un costo de USD 67.50 pero la capacitación para las armas tiene otro valor de USD 300. Se deben añadir estudios psicológico, psiquiátrico y toxicológico y sus respectivos certificados de aprobación (Alexis González, 2023).

Son 10 los pasos que detalló la Dirección de Control de Armas de las Fuerzas Armadas para obtener el permiso de porte y tenencia de armas serán detallados a continuación (Alexis González, 2023).

1. Todos quienes estén interesados deben ingresar a la página web de Control de Armas y crear un usuario. Además de brindar información como correo electrónico, datos personales y foto de la cédula de identidad.
2. Se necesitan certificados psicológico, psiquiátrico y toxicológico emitidos por profesionales avalados por la ACCESS
3. Una vez obtenidos los certificados, se los debe llevar al Ministerio de Salud Pública para que sean avalados. Este proceso tardará 72 horas
4. Para ingresar a la capacitación sobre el uso y manejo de armas de fuego, el usuario debe hacer llegar la solicitud a un centro autorizado por el Ministerio del Interior. Esta capacitación durará 48 horas y tendrá un costo de USD 300.
5. Después que el centro suba el certificado al sistema Sicosep y el Ministerio del Interior tendrá 24 horas para avalarlo.
6. Una vez el usuario sea capacitado, deberá entregar a las Fuerzas Armadas la documentación del arma que quiere portar, las Fuerzas Armadas deben aprobar la transacción. La documentación es el contrato de compra/venta y el acta de entrega/recepción.

7. El usuario tiene que generar una solicitud de permiso en el sistema, pagar USD 67,50 y subir todos los documentos como certificados médicos, e igualmente entregar el arma que quiere portar y tener.
8. Cuando el arma esté en poder de las Fuerzas Armadas, se coordina una prueba balística en un polígono de tiro.
9. Cuando la documentación esté completa, debe ser revisada por la Dirección de Armas de las Fuerzas Armadas y la Dirección de Logística se encargará de aprobar la resolución para la emisión del permiso.
10. Para finalizar, al usuario se le notificará la aprobación, será convocado para toma de foto, entrega del permiso, credencial y arma de fuego.

También hay que considerar que se debe cumplir con una serie de requisitos de carácter obligatorio para empezar con el proceso de solicitud de permisos para porte y tenencia de armas de fuego en el Ecuador y son los siguientes: Tener como mínimo la edad de 25 años, contar con un certificado de prueba psicológica emitido por parte del Ministerio de Salud Pública, contar con un certificado de destreza en el manejo y uso del arma que se solicite por parte del Ministerio de Defensa Nacional, no registrar sentencias ejecutoriada condenatoria por delitos, no tener historial de violencia contra la mujer o miembros del núcleo familiar y finalmente el certificado del examen toxicológico que acredite que el solicitante no ingiere ningún tipo de sustancias sujetas a fiscalización o no es una persona alcohólica; este certificado lo emite el Ministerio de Salud Pública (Mantilla, 2023).

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo con un enfoque metodológico mixto cualitativo-cuantitativo, tal como lo indica el Dr. Lamberto Vera Vélez “la investigación cualitativa se basa en el análisis de la calidad de actividades, relaciones, medios, instrumentos o materiales partícipes de una situación específica, es decir que se analiza profundamente una actividad concreta”. (LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA, pág. 1)

Burgos, Anaiquema y Beltrán afirman que este tipo de metodología está conformada por una serie de cuatro fases del proceso de investigación (SciELO Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias, 2019)

1. Fase Preparatoria

- Revisión exhaustiva de información sobre la balística forense, tecnología de impresión tridimensional y legislación de importancia.
- Diseño del experimento para la elaboración y prueba de la pistola Glock impresa en 3D.

2. Trabajo de Campo:

- Elaboración de la pistola Glock haciendo uso de una impresora 3D marca Ender Creality serie S1 con tecnología de impresión FDM.
- Realización de pruebas de disparo dentro de un entorno controlado siguiendo protocolos de seguridad.

3. Fase Analítica

- Análisis comparativo de los resultados obtenidos de la prueba de disparo entre la pistola impresa tridimensionalmente y una pistola Glock convencional.
- Evaluación de la aptitud de disparo, durabilidad y seguridad del arma impresa, así mismo del proyectil durante su trayectoria y las características del impacto balístico producido sobre una superficie establecida.

4. Fase Informativa

- Elaboración de un informe detallando los resultados, conclusiones y recomendaciones.

Por otra parte, la investigación cuantitativa basada en la recolección de datos numéricos, siendo un método ideal para obtener resultados de forma general. Es utilizado ampliamente en campos de las ciencias (Ortega, s.f.).

Cristina Ortega detalla que existen características principales de la metodología cuantitativa, entre ellas están (QuestionPro Investigación cuantitativa. Qué es y cómo realizarla, s.f.).

- Interpretar información a partir de números y cifras.
- Mantiene preguntas claves como: ¿Quién?, ¿Cuántos?, ¿En qué cantidad?
- Método perteneciente a la investigación descriptiva.
- Su objetivo es estudiar el comportamiento de la población y muestra.

La metodología cuantitativa del presente estudio nace a partir de que se considera información expresada en datos numéricos, especialmente en los parámetros ajustados a la impresora 3D para ejecutar la elaboración del arma. Estos datos pertenecen a la velocidad de impresión, temperatura, relleno.

De igual manera tener en cuenta la cantidad de disparos que pueda realizar la pistola en 3D, las distancias existentes desde la posición del tirador en relación al blanco preestablecido y el peso de ambas pistolas y cartuchos utilizados.

Alcance de la Investigación

A esta investigación se le aplicó un alcance exploratorio, Roberto Hernández Sampeiri afirma que, este tipo de alcances se realiza cuando existe el objetivo de analizar un tema poco estudiado del cual se mantienen varias dudas o temas que simplemente no han sido intervenidos con anterioridad, de esta manera se obtendrá información que ayude a avanzar y lograr una investigación aún más completa, investigando nuevos

problemas, identificando variables y estableciendo prioridades para estudios a futuro (Metodología de la Investigación 6a edición, 2014, págs. 97-98). El objetivo principal de esta investigación fue el de responder la hipótesis planteada sobre si un arma de fuego impresa en 3D con los materiales adecuados pueda efectuar un disparo.

De igual manera se aplicó un alcance exploratorio, que según palabras de Roberto Hernández Sampeiri, este alcance busca detallar las propiedades o características de cualquier proceso, objeto o fenómeno que ha sido sometido a un análisis con anterioridad para resaltar con exactitud las dimensiones de un fenómeno en cualquier situación (Metodología de la Investigación 6a edición, 2014, págs. 97-98), esta investigación también suma el uso de una pistola glock convencional, esto con el fin de comparar los impactos balísticos que producen los proyectiles disparados con los impactos de proyectiles disparados con la pistola impresa en 3D en caso de ser funcional. Realizando todos los disparos de una misma distancia contra una misma superficie.

Delimitación de la Investigación

La elaboración de esta arma y la comprobación de su funcionamiento ha tomado un lapso total de 8 meses (desde enero hasta agosto) del 2024; entre conseguir materiales y prepararlos, elaboración de la impresión tridimensional de la pistola, conseguir una pistola Glock convencional y realizar las pruebas de disparo.

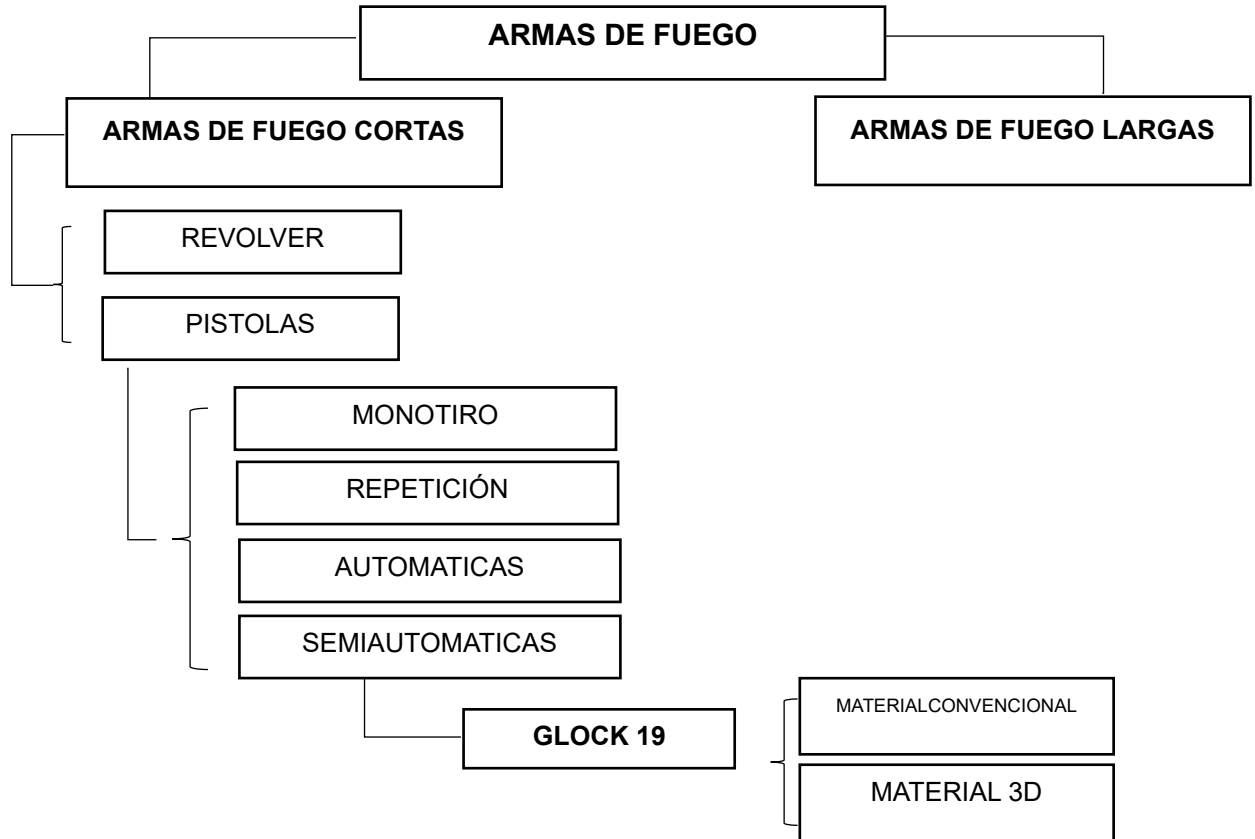
La realización de la investigación del trabajo se desarrolló en la jurisdicción de Samborondón perteneciente a la provincia del Guayas. Mientras que la experimentación para obtener resultados se llevó a cabo en la provincia de Sucumbíos, cantón Lago Agrio, ciudad Nueva Loja.

Población y muestra de la investigación

La población de la presente investigación son las armas de fuego en general y la muestra está conformada por dos (2) pistolas Glock, una impresa en tecnología tridimensional y otra convencional, tres (3) cartuchos calibre 9mm de los cuales dos pasaron por un procedimiento para reducir su carga de pólvora, mientras que al cartucho restante no.

Cuadro 1

Cuadro de población de la investigación, de Jessie Cuenca, 2024.



Cuadro 2

Cuadro de criterios de la investigación, de Jessie Cuenca, 2024.

CRITERIOS					
INCLUSIÓN	Arma de fuego portátil de fácil manejo	Diseño simple, pero ofrece un armazón compacto	Material de fabricación de fácil acceso	Costos bajos en comparación a una convencional	Fiabilidad y seguridad del arma durante su uso
EXCLUSIÓN	Acceso libre al público en cuanto a datos de fabricación	Modificaciones no autorizadas no detectadas. Pueden diferir de una Glock 19 autentica.	Defectos de impresión, capas mal adheridas, imperfecciones superficiales o debilidades estructurales.	Durabilidades sujetas a prueba para determinación de uso continuo	Carece de seguridad para el portador

Métodos empleados

Se utilizó un método empírico el cual nos permitió realizar una recolección de información para aplicarla de forma directa y concreta en nuestro trabajo de investigación.

Además, documentamos toda la información, con la finalidad de que los lectores se guíen mediante este proyecto de tal manera que sirva como aporte a las futuras generaciones.

Materiales y equipos

A continuación, se encontrarán detallados los materiales y equipos que fueron utilizados con el fin de realizar la presente investigación:

- Impresora 3D marca Ender Creality serie S1.
- Filamento PET-G utilizado para la impresión.
- Pistola Glock convencional para compararla con la impresa en 3D.
- Cartuchos 9x19mm, dos con carga de pólvora reducida y uno con carga de pólvora completa.
- Equipo de protección personal (gafas, protección auditiva, guantes de nitrilo y chaleco balístico).
- Martillo de inercia.
- Gramera.

Procedimiento

El proceso de investigación partió con el diseño y preparación del modelo tridimensional de la pistola Glock. Haciendo uso de un software de diseño asistido por

computadora que brinda diseños de armas de fuego específicas con código abierto listos para ser replicados con ayuda de una impresora 3D. Ya establecido el diseño y transferido a la impresora, procede la impresión de las piezas utilizando una impresora 3D marca Ender Creality serie S1. La etapa de impresión requiere de una cuidadosa calibración de la impresora y de seleccionar un material adecuado que garantice una buena calidad en las piezas impresas.

Una vez obtenida la impresión de la pistola, se procede al ensamblaje de esta, en esta fase fueron incorporados componentes no impresos que son esenciales, como lo son los resortes y piezas metálicas para complementar el arma. Este paso fue esencial para garantizar que la pistola impresa logre operar de modo similar a una Glock convencional.

Paralelamente, fueron preparados dos cartuchos con carga de pólvora reducida para utilizarlos en las pruebas de disparo. Esto se realizó como medida de precaución en búsqueda de reducir el riesgo de daños tanto al arma como al tirador durante la prueba, permitiendo evaluar gradualmente la capacidad de soportar la presión ejercida por el disparo.

Una vez todo haya estado completamente listo, se procedió a realizar las pruebas de disparo bajo estricto control. Las pruebas fueron llevadas a cabo en un entorno seguro, siguiendo los protocolos de seguridad y utilizando protección personal adecuada. Se registraron parámetros como la precisión y comportamiento general del arma durante el disparo.

Para finalizar, se realizó un análisis comparativo entre los resultados obtenidos de la pistola impresa tridimensionalmente frente a la pistola Glock convencional. El análisis abarcó la evaluación de la precisión, fiabilidad, durabilidad y características de los impactos balísticos de ambas armas. Con la recopilación de datos se proporciona una base que permite evaluar la viabilidad y limitaciones de las armas de fuego tridimensionales en comparación a las convencionales.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Aptitud de Disparo

La pistola Glock impresa tridimensionalmente demostró ser apta para producir un único disparo con éxito utilizando un cartucho 9mm con carga de pólvora reducida. Pese a esto, después de efectuado el disparo, se visualizaron daños en el arma, lo que indica que existen limitaciones en cuánto a su durabilidad y capacidad para ejecutar disparos repetidos.

Análisis balístico externo y de efectos

Se efectuaron un total de tres disparos, la pistola impresa en 3D ejecutó un disparo con un cartucho de reducida carga de pólvora, mientras que la pistola glock convencional ejecutó dos disparos, uno igualmente con la carga de pólvora reducida y otro sin modificar la carga de pólvora. Considerando que los tres disparos fueron realizados a una distancia de 7 metros aproximadamente, los resultados de esta práctica indican que:

- El proyectil disparado con el arma impresa en 3D logró penetrar la corteza del árbol, el impacto balístico no causó muchos estragos en la superficie y el orificio de entrada es pequeño.
- Los disparos efectuados con la pistola Glock convencional, tanto el de carga completa como el de reducida mostraron mayor penetración en la corteza del árbol, sobre todo el de carga completa donde el impacto generó más estragos.
- El disparo realizado con el arma impresa tridimensionalmente produjo menos ruido y menor potencia, de igual manera uno de los dos proyectiles disparados con la glock convencional, esto se atribuye a la carga de pólvora reducida.

- La precisión de los disparos hechos con menor carga de pólvora no fue sustancialmente afectada por las fuerzas externas, llegaron a impactar en el blanco establecido.

Durabilidad y Seguridad

En términos de seguridad y durabilidad, la pistola impresa presentó daños después de haber realizado un solo disparo, lo que plantea que no es fiable ni mucho menos segura para un uso prolongado.

Implicaciones Legales y de Seguridad

Producir armas de fuego funcionales mediante impresión tridimensional demuestra grandes desafíos para la regulación y control de armas. Aunque la durabilidad y fiabilidad de las armas impresas en 3D puedan ser inferiores a las convencionales, tienen a su favor la facilidad de producirlas individualmente o en masa y lo complicado que resulta rastrearlas las vuelven una severa preocupación para la seguridad pública.

CONCLUSIONES

La pistola Glock fabricada en 3D demostró ser apta para efectuar un disparo, con esto se confirma la hipótesis de que existe la posibilidad de elaborar armas de fuego funcionales con este tipo de tecnología.

Pese a que la pistola demostró ser funcional, su durabilidad y seguridad son muy inferiores a la de cualquier arma convencional, limitando su uso repetido y prolongado.

En cuanto a balística externa, no hubo diferencia entre los disparos ejecutados con la pistola Glock 3d y la pistola Glock convencional, esto se comprueba porque el tirador se posicionó a una distancia de 7 metros aproximadamente y todos los proyectiles impactaron en el objetivo.

Existe una diferencia significativa en cuanto a balística de efectos, debido a que el proyectil al que no se le redujo su carga de pólvora produjo un impacto de mayor dimensión en comparación con los impactos de los proyectiles a los que se le redujo la carga de pólvora.

Fabricar este tipo de armas es relativamente fácil siempre y cuando se cuente con los instrumentos necesarios, sumándole la dificultad para rastrearlas, genera serios desafíos para la seguridad y aplicación de la ley.

Es vital que se adapten regulaciones y estrategias para el control de armas y abordar específicamente los desafíos planteados por la tecnología de impresión tridimensional en el contexto de la fabricación de armas.

RECOMENDACIONES

Crear procedimientos forenses especializados en la identificación y análisis de armas impresas en 3D y sus proyectiles.

Implementar regulaciones de carácter estricto con referencia a la distribución de planos digitales para la impresión 3D de armas.

Promover la colaboración de las industrias de impresión tridimensional, las fuerzas del orden y legisladores con el fin de obtener estrategias eficaces para la prevención y control de este tipo de armas.

Instruir al público sobre las consecuencias legales y de seguridad que están asociados a la fabricación y adquisición de armas en 3D.

Para realizar la prueba de disparo, se recomienda contar con todas las medidas de seguridad: seguridad visual (gafas), seguridad auditiva (tapones de oídos), guantes y si es posible un chaleco balístico.

Considerar las medidas de seguridad al manipular una pistola. Estas son: verificar siempre que el arma esté descargada que no haya cartuchos en la recámara y en el cargador, nunca apuntarse a uno mismo ni apuntar hacia otras personas, la mira del arma hacia el suelo cuidando el espacio de tus pies, mantener el dedo en el arco guardamonte, el dedo en la cola del disparador únicamente cuando se esté por efectuar el disparo, nunca antes. Mantener una posición firme, empuñar bien el arma, tener seguridad al sostenerla. Después de efectuar el disparo inmediatamente sacar el dedo de la cola del disparador y bajar la mira de arma.

Dar continuidad a la investigación sobre la balística de armas impresas tridimensionalmente, incorporando estudios a largo plazo enfocados a su durabilidad y comportamiento bajo diversas condiciones.

Bibliografía

- Alexander, G. (26 de Febrero de 2024). *Primicias.ec*. Obtenido de Primicias.ec: <https://www.primicias.ec/noticias/seguridad/ciudades-violentas-mundo-guayaquil-duran-machala-portoviejo/>
- Alexis González, M. (02 de Octubre de 2023). *PRIMICIAS*. Obtenido de PRIMICIAS: <https://www.primicias.ec/noticias/seguridad/permiso-porte-armas-ecuador-proceso-tutorial/>
- Anónimo. (2020). *RAVELL*. Obtenido de RAVELL: <https://www.ravell.es/358-pistola-glock>
- Anónimo. (s.f.). *SERVITEC 3D*. Obtenido de SERVITEC 3D: <https://servitec3d.com/impresoras-3d-creality/impresora-3d-creality-ender-3-s1/>
- Arreaga Mora, S. J., & Luis, C. C. (Agosto de 2018). *EUMED.NET*. Obtenido de EUMED.NET: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/08/impresoras3d-mercado-internacional.html>
- Burgos, N., Amaiquena, F., & Beltrán, G. (05 de Julio de 2019). *SciELO Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias*. Obtenido de SciELO Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500455
- Cibrián Vidrio, O. (1998). *Balística Técnica y Forense*. Ediciones La Rocca .
- Cibrián Vidrio, O. (1998). *Balística técnica y forense: balística interior, exterior, de efectos y forense, factores de conversión, fuentes de consulta*. Octavio Cibrián Vidrio.
- COIP. (2014). Código Orgánico Integral Penal. En *Código Orgánico Integral Penal* (pág. 132).
- DASSAULT SYSTEMES. (s.f.). *3DEXPERIENCE MAKE*. Obtenido de 3DEXPERIENCE MAKE: <https://www.3ds.com/es/make/guide/process/3d-printing>
- FACFOX . (22 de Octubre de 2022). *INSTA3DM*. Obtenido de INSTA3DM : <http://es.insta3dm.com/info/3d-printer-g-code-commands-full-list-tutorial-79274942.html>
- Farrés, H. (15 de Noviembre de 2022). *La Vanguardia* . Obtenido de La Vanguardia : <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20221115/8605666/los-organismos-policiales-advierten-sobre-el-auge-de-las-armas-hechas-en-3d-pmv.html>
- Galván, Rincón, & Uribe. (02 de Junio de 2020). *SCRIBD*. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/464057761/ANALISIS-FORENSE-DE-IMPRESORAS-3D>
- GLOCK PERFECTION . (Julio de 2020). *Glock Perfection Instrucciones de Uso Pistolas Safe Action*. Obtenido de Glock Perfection Instrucciones de Uso Pistolas Safe Action: <https://www.armericanigo.com.ar/wp-content/uploads/manual-de-instrucciones-pistolas-Glock.pdf>
- González, M. A. (24 de Octubre de 2023). *PRIMICIAS EC*. Obtenido de PRIMICIAS EC: <https://www.primicias.ec/noticias/en-exclusiva/armas-narcotrafico-impresion-manabi/>
- Guzmán, C. A. (1997). *Manual de criminalística* . Buenos Aires: La Rocca.

- Haas F1 Team . (s.f.). *HAAS CNC*. Obtenido de HAAS CNC :
<https://www.haascnc.com/es/service/service-content/guide-procedures/what-are-g-codes.html>
- Hernández Sampeiri, R. (2014). Metodología de la Investigación 6a edición. En H. Sampeiri, *Metodología de la Investigación 6a edición* (págs. 97-98). McGraw Hill España .
- Jaime González, G. J. (22 de Diciembre de 2021). *Colegio Jurista* . Obtenido de Colegio Jurista: <https://www.colegiojurista.com/blog/art/balistica-externa-segunda-parte/>
- La Hora . (02 de Junio de 2023). *LaHora.com* . Obtenido de LaHora.com :
<https://www.lahora.com.ec/pais/del-robo-con-drones-a-la-impression-de-armas-los-delincuentes-usan-la-tecnologia-a-su-favor/>
- Leiva Villagómez, G. A. (17 de Diciembre de 2020). *INNOVACIÓN Y SABER ISUPOL*. Obtenido de INNOVACIÓN Y SABER ISUPOL:
<https://innovacionsaber.isupol.edu.ec/index.php/innovacion/article/view/49>
- Lucía, C. (12 de Mayo de 2023). *3D NATIVES SITIO WEB DE IMPRESIÓN 3D*. Obtenido de 3D NATIVES SITIO WEB DE IMPRESIÓN 3D: <https://www.3dnatives.com/es/tipos-impresoras-3d-fdm-190620172/>
- Mantilla, I. (2 de Octubre de 2023). *EXPRESO*. Obtenido de EXPRESO.
- Martinez, S. (08 de Julio de 2021). *INTELLIGY BLOG*. Obtenido de INTELLIGY BLOG:
<https://intelligy.com/blog/2021/07/08/los-materiales-de-impression-3d-mas-utilizados/>
- Ortega, C. (s.f.). *QuestionPro Investigación cuantitativa. Qué es y cómo realizarla*. Obtenido de QuestionPro Investigación cuantitativa. Qué es y cómo realizarla:
<https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-investigacion-cuantitativa/>
- Periodista Digital . (04 de Febrero de 2024). *Ecuavisa En la cárcel de Portoviejo hallan armas y una impresora 3D que las puede fabricar*. Obtenido de Ecuavisa En la cárcel de Portoviejo hallan armas y una impresora 3D que las puede fabricar:
<https://www.ecuavisa.com/noticias/seguridad/carcel-el-rodeo-portoviejo-hallan-impresora-3d-fabricar-armas-GI6758118>
- RADLAB. (s.f.). *RadLab.com*. Obtenido de RadLab.com:
<https://www.radlab.com.ec/shop/product/brw5kzxigmybtmsbqbhvzoy1wcm9kdwn0bw/>
- REGLAMENTO A LA LEY SOBRE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS. (1997). REGLAMENTO A LA LEY SOBRE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS.
- Sánchez, D. I., Torres, D. J., García, D. L., & Núñez, D. O. (2 de Diciembre de 2010). *SciELO* . Obtenido de SciELO:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-00992011000100009#:~:text=Existen%20varios%20factores%20que%20afectan,la%20presencia%20de%20impactos%20secundarios
- UNIR REVISTA . (24 de Febrero de 2021). *Unir La Universidad en Internet ¿Qué es la criminalística y qué estudia?* Obtenido de Unir La Universidad en Internet ¿Qué es la criminalística y qué estudia?: <https://www.unir.net/derecho/revista/que-es-criminalistica/>

Vega, W. (Julio de 25 de 2018). *EL TIEMPO*. Obtenido de EL TIEMPO:
<https://www.eltiempo.com/tecnofera/novedades-tecnologia/armas-de-fuego-fabricadas-con-una-impresora-3d-247984>

Vera Velez, L. (s.f.). *LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA*. Obtenido de LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA:
https://www.trabajosocial.unlp.edu.ar/uploads/docs/velez_vera__investigacion_cualitativa_pdf.pdf

ANEXOS

Figura 1

Arma de fuego desarmada con señalización de cada pieza.



Nota. Pistola realizada para la investigación, cuenta con piezas impresas tridimensionalmente como lo es el armazón, la corredera, la alimentadora y el cañón. Por otra parte, cuenta con piezas auténticas como los sujetadores, riel de la corredera, percutor, resorte de recuperación y sistema de percusión. Elaborada por Aaron Loaiza y Jessie Cuenca, 2024.

Figura 2

Arma de fuego tipo Glock convencional.



Nota. Pistola Glock convencional utilizada para los disparos de comparación, de Aaron Loaiza y Jessie Cuenca, 2024.

Figura 3

Impresora Tridimensional usada para la fabricación.



Nota. Impresora tridimensional marca Ender Creality serie S1, fue utilizada para imprimir la pistola, de Aaron Loaiza y Jessie Cuenca, 2024.

Figura 4

Filamento PETG.



Nota. Filamento con el que se construyó la pistola; PETG, de Aaron Loaiza y Jessie Cuenca, 2024.

Figura 5 y 6














Impresoras en proceso de fabricación de pistola Glock.



Nota. Muestran a la impresora trabajando para obtener la pistola, de Aaron Loaiza y Jessie Cuenca, 2024.

Figura 7, 8, 9 y 10

Parámetros de impresión de la pistola Glock.

 Soporte ▼		
Generar soporte	  <input checked="" type="checkbox"/>	
Estructura de soporte		Normal ▼
Colocación del soporte		En todos sitios ▼
Ángulo de voladizo del soporte		45.0 °
Patrón del soporte		Zigzag ▼
 Velocidad ▼		
Velocidad de impresión		50.0 mm/s
Velocidad de relleno		50.0 mm/s
 Relleno ▼		
Densidad de relleno		60.0 %
Distancia de línea de relleno		0.6667 mm
 Material ▼		
Temperatura de impresión	 	225.0 °C
Temperatura de impresión de la capa inicial		225.0 °C

Nota. Indican los parámetros como el relleno, soportes, velocidad de impresión y temperatura de impresión, Tomado de Impresora Ender Creality serie S1, 2024.

Figura 11 y 12

Punto de ubicación del desarrollo del proyecto.



Nota. Muestra en mapa satelital la ubicación donde fueron efectuadas las prácticas del disparo, Tomado de AppleMaps, 2024.

Figura 13

Cartucho 9x19mm parabellum, Aaron Loiza y Jessie Cuenca, 2024.



Figura 14

Área de Disparo.



Nota. Área donde el tirador realizó los disparos, de Aaron Loaiza, 2024.

Figura 15

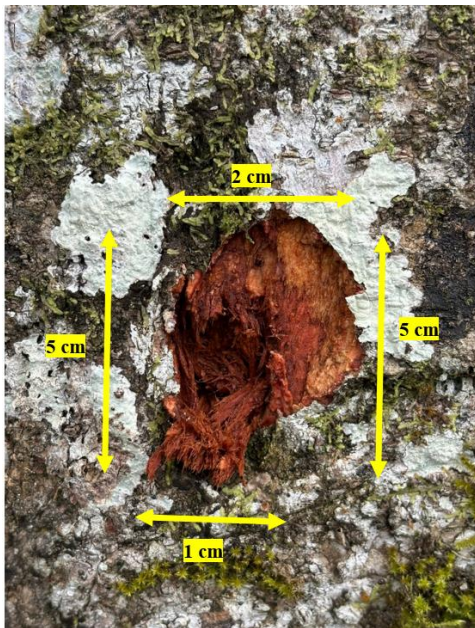
Blanco para efectos de disparo.



Nota. Árbol que fue escogido como blanco para los disparos, de Aaron Loaiza, 2024.

Figura 16

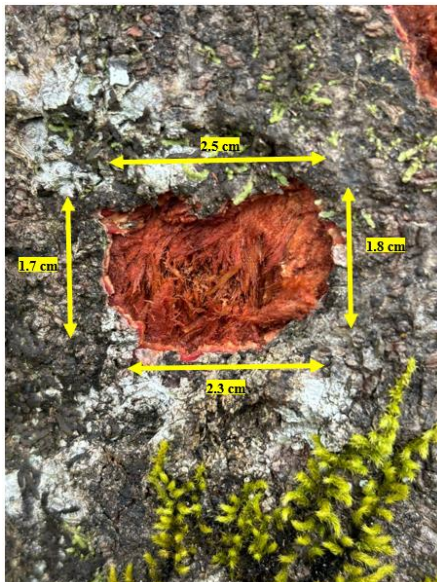
Impacto del proyectil con pistola Glock convencional.



Nota. Impacto balístico del proyectil con carga de pólvora completa disparado por el arma de fuego Glock convencional, de Aaron Loaiza y Jessie Cuenca, 2024

Figura 17

Impacto del proyectil con pistola Glock 3D.



Nota. Impacto balístico del proyectil con carga de pólvora reducida, dispara por la pistola impresa en 3D, de Aaron Loaiza y Jessie Cuenca, 2024.

Figura 18

Instrumentos de carga de Pólvara.



Nota. Instrumentos utilizados para reducir la carga de pólvora de los cartuchos, de Aaron Loaiza y Jessie Cuenca, 2024.

Figura 19 y 20

Prueba de Disparo con Glock convencional, Aaron Loaiza, 2024.





Figura 21 y 22

Prueba de Disparo con Glock 3D, Aaron Loaiza, 2024.



Nota. Estudiante realizando prueba de disparo con el arma impresa en 3D sobre una superficie establecida a una distancia de siete (7) metros aproximadamente con las medidas de seguridad necesarias, de Aaron Loaiza, 2024.

Figura 23

Desarrollo de la velocidad del proyectil a lo largo de los años, pág. 8. Tomado del libro de Cibrián Vidrio, 1998.

Período histórico	Velocidad del proyectil
Antes de la presencia de la pólvora	varios cientos de metros/segundo
Del siglo XIV al XIX	incrementos hasta 610 metros/segundo
De 1900 a 1918	incrementos de 1200 metros/segundo
De 1918 a la actualidad	por arriba de 2000 metros/segundo

Figura 24

Clasificación y ejemplos de armas de fuego, pág. 19. Tomado del libro de Cibrián Vidrio, 1998.

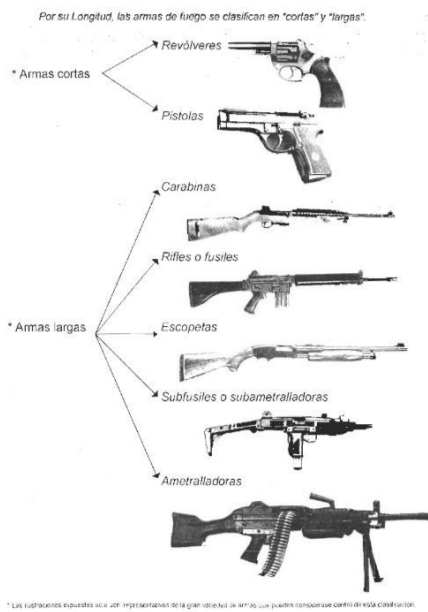


Figura 25

Clasificación de revólveres y pistolas, pág. 21. Tomado del libro de Cibrián Vidrio, 1998.

Por su mecanismo de disparo, los revólveres y pistolas se clasifican de la siguiente manera.

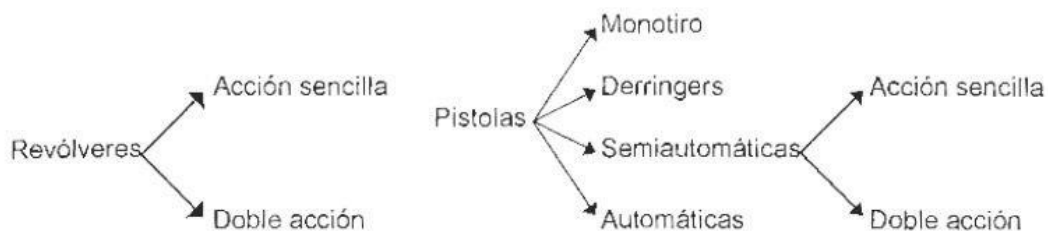
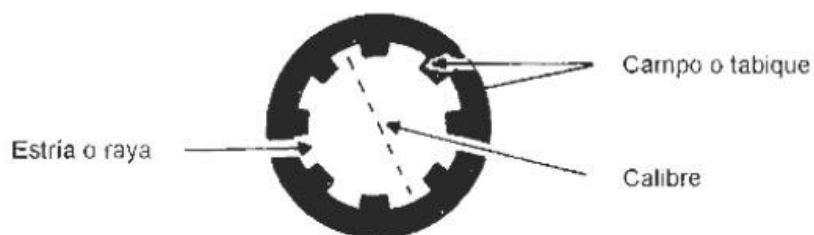
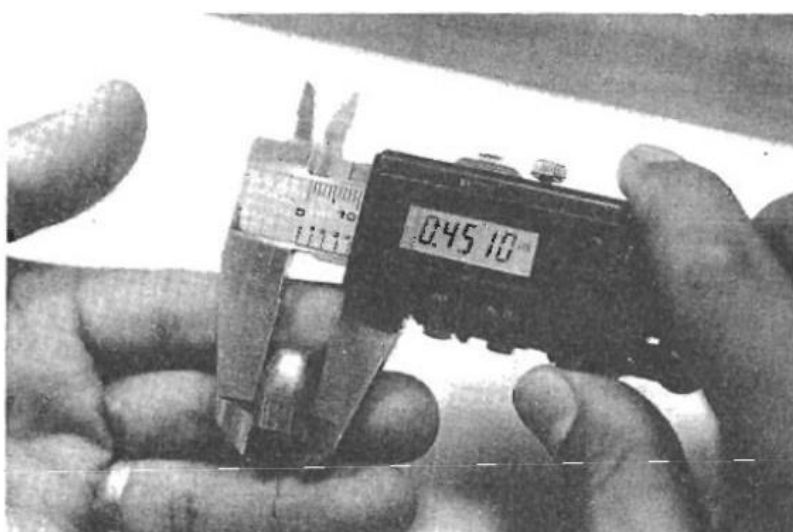


Figura 26

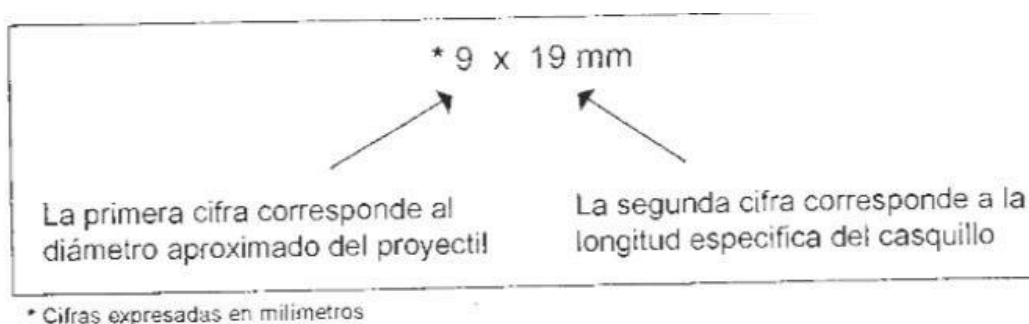
Calibre real y nominal, pág. 30. Tomado del libro de Cibrián Vidrio, 1998.

**Figura 27**

Medición del calibre de un proyectil, pág. 31. Cibrián Vidrio, 1998.

**Figura 28**

Nomenclatura del calibre de un cartucho 9mm, pág. 36. Cibrián Vidrio, 1998.

**Figura 29**

Cartucho de Fuego Anular, pág. 46. Cibrián Vidrio, 1998.

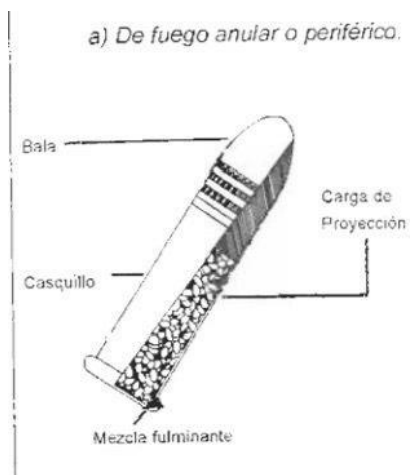


Figura 30

Cartucho de Fuego Central, pág. 46. Cibrián Vidrio, 1998.

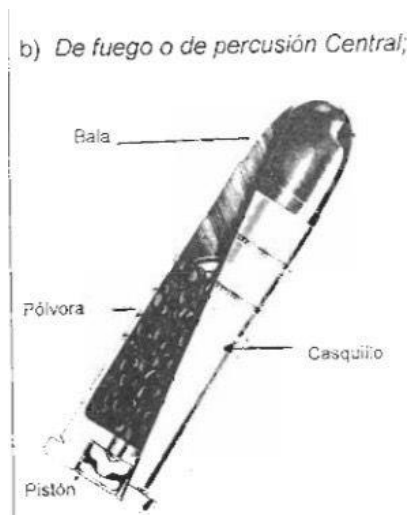


Figura 31

Formas de la vaina del cartucho, pág. 49. Cibrián Vidrio, 1998.

Por su forma, los casquillos pueden ser, *cilíndricos, cónicos y abotellados.*

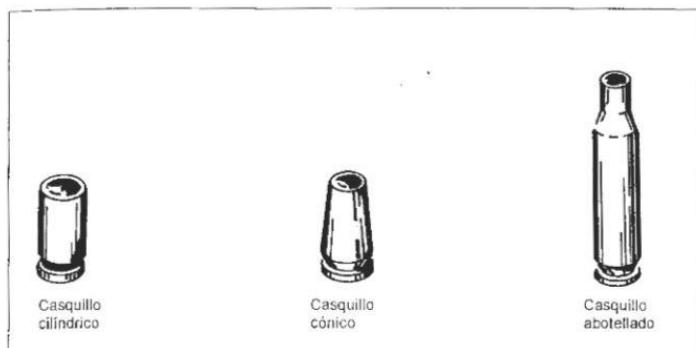
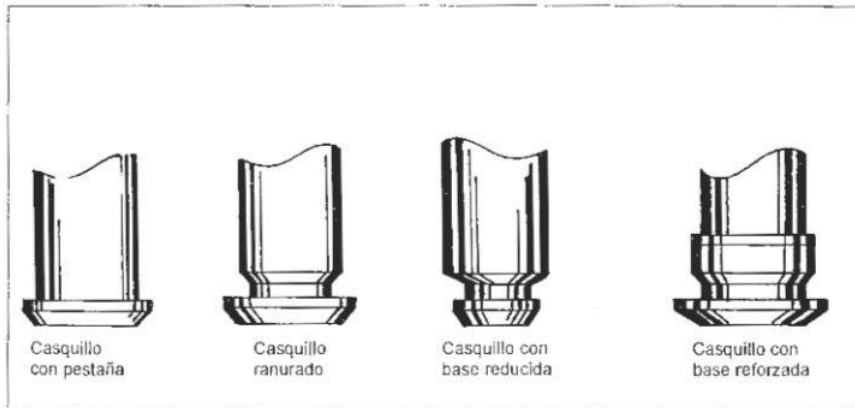
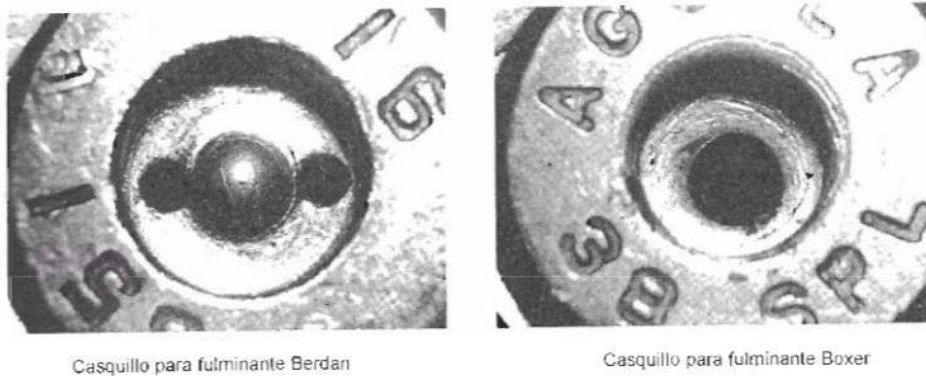


Figura 32

Clasificación de la vaina del cartucho según su configuración, pág. 49. Cibrián Vidrio, 1998.

**Figura 33**

Comparación entre Fulminante Berdan y Bpxer, pág. 50. Cibrián Vidrio, 1998.

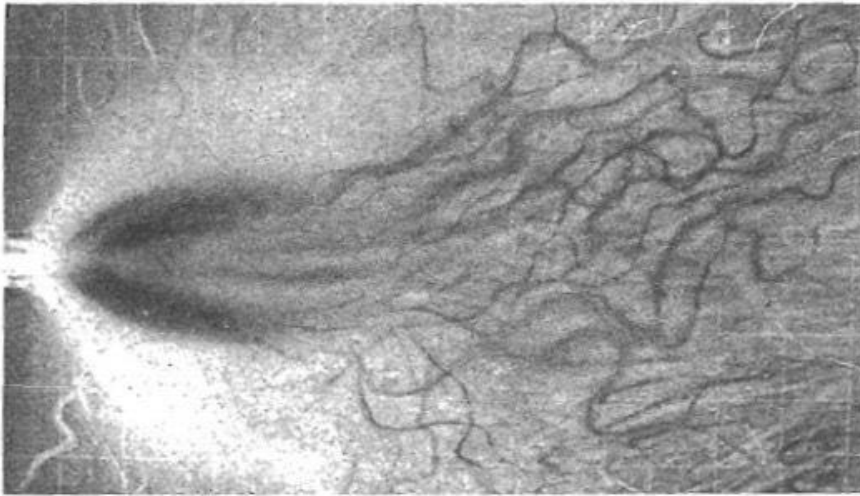
**Figura 34**

Composición química del Fulminante, pág. 51. Cibrián Vidrio, 1998.

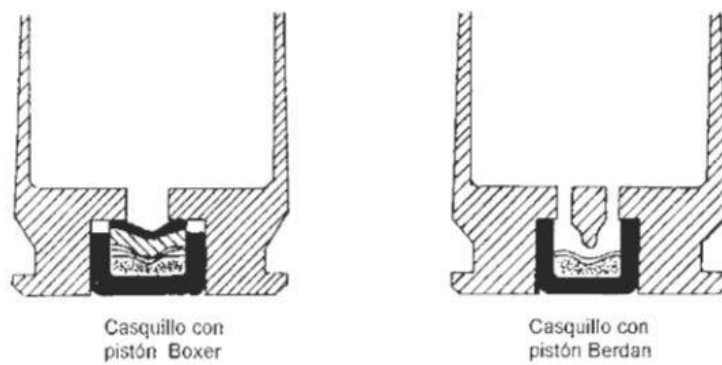
Acido nítrico (95 % de pureza)
 Bicarbonato de aminoguanidina
 Goma arábica
 Nitrato de bario.
 Nitrato de plomo
 Nitrato de sodio
 Oxido de magnesio
 Resorcinol
 Sulfuro de antimonio
 Acido sulfúrico
 Polvo de aluminio

Figura 35

Efecto de percusión de un cartucho de fuego central, pág. 52. Cibrián Vidrio, 1998.

**Figura 36**

Comparación de vainas con capsula fulminate Boxer y Berdan, pág. 53. Cibrián Vidrio, 1998.

**Figura 37**

Percusión de un cartucho de fuego central, pág. 85. Cibrián Vidrio, 1998.

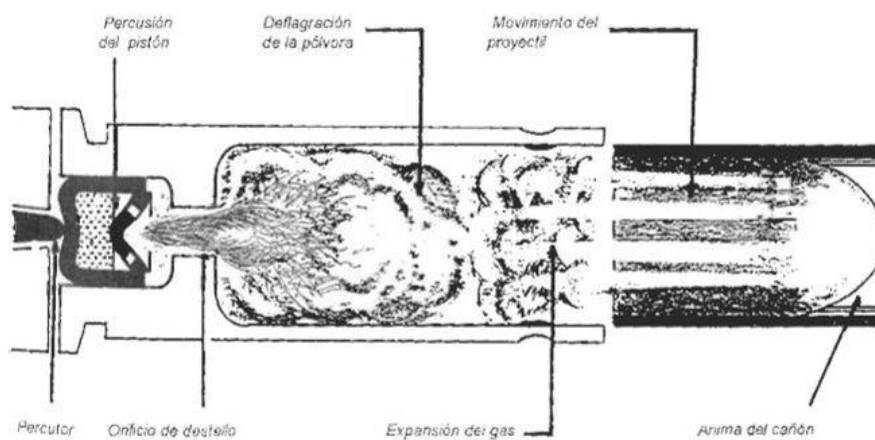
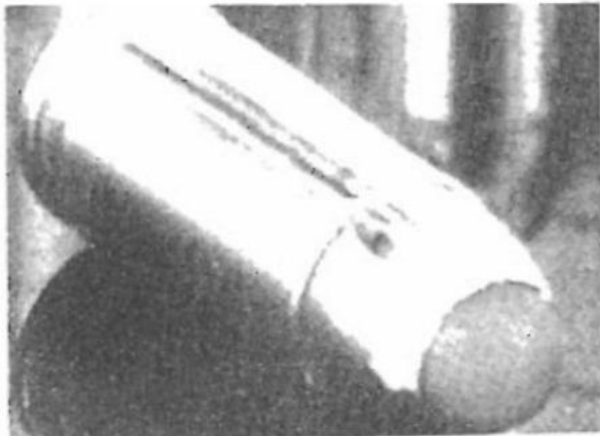


Figura 38

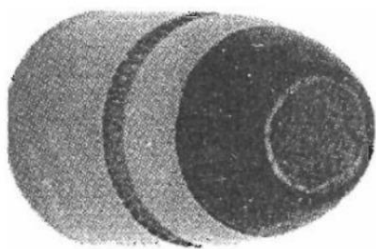
Proyectil Safety Slug, pág. 67. Cibrián Vidrio, 1998.



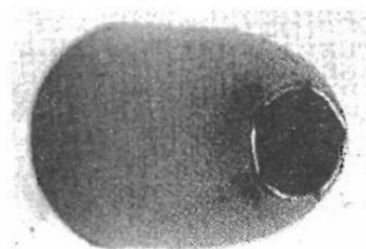
Proyectil Safety Slug

Figura 39

Comparación de proyectiles punta blanca y punta hueca, pág. 65. Cibrián Vidrio, 1998.



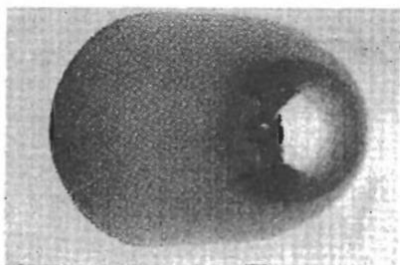
Proyectil de punta blanda



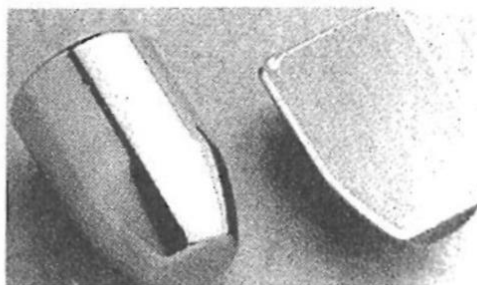
Proyectil de punta hueca

Figura 40

Comparación de proyectiles encamisado de cobre y totalmente encamisado, pág. 64. Cibrián Vidrio, 1998.



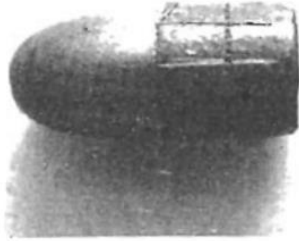
Proyectil encamisado de cobre



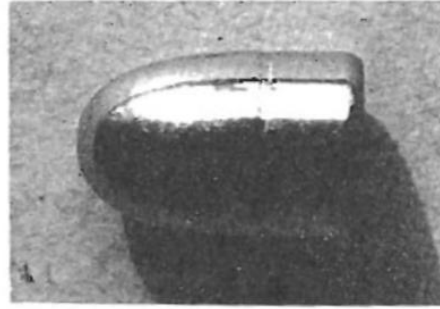
Proyectil totalmente encamisado

Figura 41

Comparación de proyectiles punta metálica y encamisado de acero, pág. 64. Cibrián Vidrio, 1998.



Proyectil de punta metálica



Proyectil encamisado de acero