



**FACULTAD DE DERECHO Y GOBERNABILIDAD**

**Título de trabajo:**

Reconstrucción tridimensional para mejorar la representación de trayectorias balísticas  
mediante el uso de software opensource

**Línea de investigación:**

Gestión Relaciones Jurídicas

**Modalidad de Titulación:**

Proyecto de investigación

**Nombre la carrera:**

Licenciatura en Criminalística

**Autor (a):**

Steeven Dario Cortez Saltos

**Tutor (a):**

Mgtr. Rosa Portero Ortiz

**Guayaquil, 2024**

## **DEDICATORIA**

Agradezco a Dios por darme salud y sabiduría para culminar esta etapa de mi vida como es la vida universitaria.

Le dedico este trabajo de investigación a mis padres y hermanos por el apoyo que me han brindado para cumplir el objetivo de ser un profesional de la carrera Licenciatura en Criminalística.

Por último, a mis verdaderos amigos que a pesar de las dificultades estuvieron ahí para brindarme un consejo para seguir en pie en la carrera.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a mis padres por todo el apoyo económico para que siga con mi carrera, son un ejemplo a seguir para mí y mis hermanos.

A mis tíos Lady Saltos y Jorge Sánchez por ser también un apoyo incondicional en los momentos más difíciles por lo que siempre estaré muy agradecido.

Por último, a todos los profesores que fueron parte de mi formación como profesional, en especial a aquellos que supieron motivarme y guiarme en todo momento.



ANEXO N°16

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR PARA LA PRESENTACIÓN DEL  
TRABAJO DE TITULACIÓN CON INCORPORACIÓN DE LAS OBSERVACIONES  
DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Samborondón, 18 de Abril del 2024

Magíster  
Mgtr. Andres Madero.  
Decano de la Facultad  
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: "RECONSTRUCCIÓN TRIDIMENSIONAL PARA MEJORAR LA  
REPRESENTACIÓN DE TRAYECTORIAS BALÍSTICAS MEDIANTE EL USO  
DE SOFTWARE OPENSOURCE", según su modalidad PROYECTO DE  
INVESTIGACIÓN; fue revisado y se deja constancia que el estudiante acogió e  
incorporó todas las observaciones realizadas por los miembros del tribunal de  
sustentación por lo que se autoriza a: **STEEVEN DARIO CORTEZ SALTOS**, para  
que proceda a la presentación del trabajo de titulación para la revisión de los  
miembros del tribunal de sustentación y posterior sustentación.

**ATENTAMENTE,**

**MGTR. ROSA ANDREA PORTERO ORTIZ**

**Tutora**



## **RESUMEN**

La tecnología 3D en la reconstrucción de hechos balísticos ha revolucionado el ámbito forense. En Ecuador hoy en día existe un alto índice de homicidios y asesinatos con arma de fuego por lo que existen muchos procesos investigativos y esta herramienta va permitir orientar al juez a la toma de decisiones mediante una representación visual que la realiza el respectivo software Blender.

Es muy importante realizar un buen procedimiento de inspección ocular técnica, es decir recopilar todo datos físicos utilizando métodos tradicionales de documentación de escenas del crimen como fotografías, mediciones manuales, croquis que va ayudar al investigador o perito a realizar la reconstrucción tridimensional de forma precisa.

Este programa demostró de forma precisa todos los sucesos ocurridos en lugar de los hechos, por lo puedo indicar que utilizar esta tecnología es muy relevante para los peritos y más aún para las autoridades judiciales.

**Palabras claves: Diseño tridimensional, balística forense, trayectoria  
balística, blender, perito**

## **ABSTRACT**

3D technology in the reconstruction of ballistic events has revolutionized the forensic field. In Ecuador today there is a high rate of homicides and murders with firearms, so there are many investigative processes that have not been resolved and this tool will allow the judge to be guided in making decisions through a visual representation that makes it the respective Blender software.

It is very important to carry out a good technical ocular inspection procedure, that is, collect all physical data using traditional crime scene documentation methods such as photographs, manual measurements, sketches that will help the investigator or expert in carrying out the three-dimensional reconstruction accurately.

This program effectively and accurately demonstrated all the events that occurred instead of the facts, so I can indicate that using this technology is very relevant for experts and even more so for judicial authorities.

Keywords: Three-dimensional design, forensic ballistics, ballistic trajectory, blender, expert

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>Objetivo general: .....</b>	<b>2</b>
<b>Objetivo específico: .....</b>	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO 1: Marco Teórico.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Comienzos de la tecnología en 3D .....</b>	<b>4</b>
1.1 Definición.....	4
1.2 Tipos de tecnología 3D.....	5
<b>2. Reconstrucción Virtual.....</b>	<b>10</b>
2.1 Conceptos.....	10
2.2 Características de la reconstrucción tridimensional. ....	10
2.3 Experiencias en países de la región .....	11
2.4 Casos de aplicación práctica Tecnología Tridimensional.....	12
<b>3. Software de Reconstrucción Tridimensional.....</b>	<b>14</b>
<b>4. Balística .....</b>	<b>16</b>
4.1 Definición.....	16
<b>5. Balística Forense .....</b>	<b>17</b>

5.1 Definición.....	17
5.2 Objetivos de la balística forense .....	17
5.3 Partes de estudio en balística.....	18
5.3.1 Balística interna.....	18
5.3.2 Balística efecto .....	18
5.3.3 Balística externa .....	18
<b>6. Estudio de trayectoria y heridas en el cuerpo humano .....</b>	<b>20</b>
6.1 Orificio de entrada .....	21
6.2 Orificio de salida.....	21
<b>7. Estudios que se realizan en balística de campo .....</b>	<b>21</b>
<b>8. Departamento de infografía forense .....</b>	<b>22</b>
<b>9. Principios de la Criminalística .....</b>	<b>23</b>
9.1 Principio de uso. ....	23
9.2 Principio de producción. ....	23
9.3 Principio de intercambio. ....	23
9.4 Principio de correspondencia de características. ....	23
9.5 Principio de reconstrucción de hechos y fenómenos. ....	24
9.6 Principio de probabilidad. ....	24
9.7 Principio de certeza.....	24
<b>10. Inspección Ocular Técnica .....</b>	<b>24</b>

10.1 Definición.....	24
10.2 Metodología.....	25
10.3 Funciones del perito en la IOT: .....	27
10.4 Características.....	28
10.5 Tipos de Escenas.....	29
<b>11. Homicidio y Sicariato.....</b>	<b>29</b>
<b>Capítulo 2: Metodología del Proceso de Investigación.....</b>	<b>31</b>
1. Enfoque Metodológico .....	32
2. Alcance: exploratorio descriptivo .....	32
3. Delimitación de la investigación.....	33
4. Población y muestra de la investigación .....	34
5. Métodos Empleados .....	34
<b>Capítulo 3: Análisis de Resultados de la Investigación .....</b>	<b>36</b>
.....	<b>41</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>42</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>44</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>50</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1. Cuadro de Indicios</b>	37
<b>Tabla 2. Cuadro del Occiso</b>	38
<b>Tabla 3. Cuadro de la Escena</b>	39

## INTRODUCCIÓN

La reconstrucción tridimensional de trayectorias balísticas es una técnica importante en las investigaciones criminales, especialmente en casos que involucran el uso de armas de fuego, ya que permite visualizar la forma en la que los proyectiles desarrollan una trayectoria y analizar la forma en que impactan los objetos. Para este fin es necesario el uso de software de diseño y animación tridimensional, en este caso el programa Blender, se trata de una herramienta que permite el procesamiento de datos recolectados en la escena del crimen y de esa forma reconstruir tridimensionalmente las posibles trayectorias efectuadas por los proyectiles disparados por un arma de fuego

Este trabajo de investigación tiene como objetivo explorar la reconstrucción tridimensional de trayectorias balísticas mediante el uso de un software de tipo opensource para mejorar la presentación de este tipo de pericias en los tribunales de justicia, a través del estudio de experiencias sobre el uso de esta tecnología en otros países de la región y realizando una reconstrucción de trayectoria balística de una escena del crimen controlada mediante el uso del programa Blender con el propósito de permitir a los investigadores una mejor comprensión de los acontecimientos a través de la representación visual que genera con elementos como la posible ubicación del tirador y de la víctima, el impacto de los proyectiles, la distancia a la que se realizaron los disparos lo que permite interpretar de mejor forma la mecánica de los hechos.

La reconstrucción de trayectoria balística en 3D se presenta como un valioso recurso para los peritos, ya que permite representar de forma visual y detallada los eventos criminales relacionadas con armas de fuego investigados. Actualmente los equipos del sistema especializado integral de investigación, de medicina legal y ciencias forenses dirigidos por la fiscalía general del Estado no hace uso de este tipo de herramientas tecnológicas para la presentación de pericias en los tribunales de justicia.

### **Objetivo general:**

Realizar la reconstrucción tridimensional de una trayectoria balística a través del uso de software de diseño 3D para mejorar la representación visual de la mecánica de los hechos.

### **Objetivo específico:**

- Determinar los fundamentos técnicos de la balística forense sobre las trayectorias balísticas y de la tecnología de diseño 3D.
- Realizar la fijación de una escena del crimen controlada que permita la recolección de los datos de campo
- Realizar la reconstrucción 3D de la trayectoria balística con los datos recolectados a través del uso del software Blender

# **CAPÍTULO 1: Marco Teórico**

La aplicación de la tecnología 3D en diferentes escenas del crimen y específicamente en hechos balísticos es muy fundamental por lo que se va plasmar en la escena que brindara una forma más dinámica y a la vez ilustrativa.

Por lo que se utilizará una herramienta de creación 3D gratuita y de código abierto conocida como Blender que va permitir ubicar en imágenes 3D, ubicación del objeto impactado, posición del tirador y a la vez posibles víctimas, entre otros.

## **1. Comienzos de la tecnología en 3D**

Esta tecnología ha tenido una larga historia desde sus inicios de la estereoscopia en el siglo XIX con el descubrimiento de la fotografía ya que permitía ver imágenes en 3D al combinar dos fotografías ligeramente distintas tomadas desde ángulos ligeramente distintos.

El fotógrafo inglés William Friese- Greene creó el primer sistema cinematográfico en 3D, aunque era muy difícil abrió el camino al cine 3D como las películas como Avatar. (Honrubia Catalán, Catatayud Navarro, & Aldecoa, 2021).

### **1.1 Definición**

La tecnología en 3D se refiere a una serie de técnicas y procesos que permiten crear, visualizar y manipular objetos tridimensionales en un entorno digital o físico.

La tecnología tridimensional permite recrear objetos o imágenes de manera tan realista que parecen palpable. En la actualidad, las impresoras en 3D pueden fabricar objetos físicos, lo cual ha generado oportunidades en diversos campos y a su vez permiten una reproducción rápida y precisa de objetos personalizados en un tiempo reducido.

El mundo del 3D no solo es utilizada en el área audiovisual, también lo es en medicina, deporte, investigación e incluso cocina. El 3D ayuda obtener un mayor partido a las tecnologías ya existente, a mejorarlas y utilizarlas en la vida cotidiana.

## **1.2 Tipos de tecnología 3D**

El diseño tridimensional se ha convertido en una herramienta esencial que brinda nuevas oportunidades para abordar en las diferentes áreas como arquitectura, ingeniería, construcción, diseño, producción, entretenimiento y por tu último en el área forense que es lo que representa este trabajo de investigación.

Por lo que indica el artículo de “Evolución y nuevos tipos de tecnología 3D” de INUBA escrito por (Honrubia Catalán, Catatayud Navarro, & Aldecoa, 2021), son los siguientes:

## **Modelado y visualización**

El proceso en el cual se realiza la creación de contenido gráfico mediante software 3D, con la finalidad de poner a disposición una representación 3D digital de elementos de la vida real a través de imágenes o animaciones.

El moldeado tridimensional posibilita la visualización precisa de productos antes de su fabricación, siendo efectivo para simular procesos mecánicos y operaciones médicas. Además, tiene una amplia aplicación en la industria del entretenimiento, incluyendo cine, televisión, videojuegos y publicidad.

Los algoritmos del software crean una representación matemática en tres dimensiones basada en vértices o puntos con coordenadas espaciales que se conectan mediante aristas, sean rectas o curvas, formando superficies de caras o polígonos.

La malla de polígonos constituye un modelo 3D que facilita la visualización del objeto, esta técnica es capaz de dibujar cualquier forma con precisión, desde líneas básicas hasta figuras más elaboradas. (Fernández, 2023)

Debemos conocer que existen una gran variedad de programas tanto gratuitos como de pago, que funcionan como herramientas profesionales de diseño para diferentes tipos de moldeado tridimensional. Los programas más conocidos para el modelado 3D son los siguientes:

- 3ds Max
- Inventor

- Maya
- 3D Builder
- Maximo

### **Impresión 3D**

La impresión 3D se lo define por la creación de objetos físicos a partir de su moldeado 3D por lo que esta tecnología construye o forma el objeto capa por capa, utilizando muchos materiales.

De acuerdo a Gómez, citado por López Tapia, (2018), afirma que la impresora 3D es un sistema de tecnología de fabricación aditiva en el cual el objeto a construir se genera mediante la deposición de material capa por capa, basándose en un modelo tridimensional virtual. La manera en que se realiza esta deposición de material determina el tipo de tecnología de impresión en 3D utilizada.

La tecnología de las impresoras 3D, ha ganado prominencia estos últimos años por su uso en la creación de pequeñas piezas por parte de aficionados y entusiastas, comenzó ser utilizada en diferentes áreas relacionados con la criminalística. Esto incluye la fabricación de armas, la reproducción de piezas dentales para propósitos de identificación, la creación de réplicas de miembros antropológicos, la elaboración de modelos de huellas digitales, la producción de materiales útiles en análisis químicos. (Frangi, 2014)

La producción de armas de fuego fabricadas mediante impresión 3D se ha hecho posible gracias al desarrollo de nuevos polímeros con propiedades de alta resistencia al impacto, temperaturas y presión, comercialmente como ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno), este polímero se utiliza en el método de impresión que construyen piezas capa por capa.

La utilización de impresoras 3D han ampliado sus aplicaciones al campo de la balística. En mayo de 2013, Cody Wilson, un estudiante de Texas (EE. UU), presento al público la primera pistola impresa con esta tecnología, que podía disparar seis balas consecutivas. Esta pistola estaba construida con 15 componentes de plástico y un percutor metálico. (Frangi, 2014)

Cody Wilson llamo a este diseño "THE LIBERATOR", inspirado en un arma de fuego utilizada durante la Segunda Guerra Mundial. Las fuerzas estadounidenses lo diseñaron para distribuirlo entre los miembros de la resistencia en los países ocupados durante ese conflicto. (López Tapia, 2018)

El crecimiento en el número de personas que fabrican sus propias armas de fuego han planteado interrogantes sobre la legalidad de esta práctica y las posibles amenazas que representa la seguridad nacional e internacional. El uso de plástico en la fabricación de estas

armas permite evadir los sistemas de seguridad convencionales, lo que limita las capacidades de protección ante posibles ataques (López Tapia, 2018)

### **Escaneo 3D**

Crea una copia digital de un objeto real y para crear el modelo total del objeto es importante capturarlo desde diferentes ángulos y posiciones, posteriormente unir toda la información para crear el modelo final del objeto en 3D.

Para Sabrina Frangi, (2014), un escaner 3D tiene como objetivo generar una nube de puntos mediante la captura de características geométricas en la superficie de un objeto. Estos puntos ser utilizados para estimar la forma del objeto mediante un proceso conocido como reconstrucción. Si se registra información de color en cada punto, también es posible determinar los colores presentes en la superficie del objeto.

Es importante saber que el modelo que se va obtener por el escáner describe la posición en el espacio tridimensional de cada punto analizado. Se conoce también que existen dos tipos de escáneres 3D que son por contacto y sin contacto.

La fotogrametría es una técnica utilizada para realizar mediciones en tres dimensiones y calcular volúmenes a partir de fotografías. La técnica más conocida es la fotogrametría aérea, ha sido tradicionalmente empleada en la elaboración de mapas y en la creación de modelos digitales del terreno. Sin embargo, hoy en día, gracias al aumento en la capacidad de los sistemas y a la mejora en los algoritmos de reconocimiento de patrones en imágenes digitales, esta técnica se está utilizando cada vez más en la generación de modelos tridimensionales. Esta última aplicación se denomina fotogrametría de alcance corto. (Caro, 2012)

EL artículo de "AUTODESK" conocido como software de fotogrametría, indica que la fotogrametría es el arte y la ciencia de extraer información 3D de fotografías, esto implica en el proceso de realizar fotografías superpuestas de cualquier objeto, estructura o espacio para después convertirlas en modelos digitales 2D O 3D.

## **2. Reconstrucción Virtual**

### **2.1 Conceptos**

La Real Academia Española indica que la reconstrucción es la acción y el efecto de construir, y por el otro lado, virtual es producir un efecto, es decir, proyecta de manera virtual y real, aunque no se reproduzca al instante. (Rodríguez Jiménez, 2021)

La reconstrucción virtual se entiende por aquel conjunto de animaciones, que permite realizar la recreación de la escena de un hecho delictivo por lo que forma como una película virtual que influye en las leyes físicas. (Baudino, citado por Rodríguez Jiménez, 2021)

### **2.2 Características de la reconstrucción tridimensional.**

Implementar este tipo de herramienta en el ámbito forense permite obtener una eficiente metodología que aporte de manera probatoria en los casos de investigación, por lo que es importante conocer las siguientes características:

- La reconstrucción virtual se apoya de distintas herramientas para realizar una reconstrucción de la escena de manera correcta.
- Gracias a la agrupación de las fotografías realizadas en la escena del crimen por el debido procedimiento de la inspección ocular técnica nos va permitir recrear la escena con el programa correspondiente.
- La proyección va dar la comprensión de lo ocurrido en la audiencia sobre el escenario y los diferentes indicios encontrados como elementos probatorios.
- La reconstrucción virtual va permitir demostrar los movimientos y posiciones que la víctima y victimario fueron describiendo en la consumación del hecho.

### **2.3 Experiencias en países de la región**

La importancia que ha llamado la atención en utilizar este tipo de herramienta como la reconstrucción tridimensional o virtual en el ámbito forense y en diversos países que creen en la criminalística, y a su vez en el aporte que puede brindar la tecnología en casos investigativos es muy favorable porque ha sido determinante para los procesos judiciales por la eficacia que brinda en casos criminales.

La reconstrucción tridimensional en el proceso penal colombiano como medio autónomo de Nancy Carolina Leal, citado por Rodríguez Jiménez, (2021), considera que utilizar este tipo de tecnología se logra ilustrar todo lo sucedido en la escena del crimen.

De acuerdo a Oscar Díaz Jara, citado por Rodríguez Jiménez, (2021), realizó un estudio sobre “Utilidad de la reconstrucción virtual en escenarios criminales de muerte por proyectil de arma de fuego usando el software iclone en el Perú 2015”, en lo cual, es muy interesante porque expone basado un porcentaje del 81.9% de la reconstrucciones virtuales realizadas en el país vecino Perú fueron útiles en los tribunales de justicia por la efectividad que se dieron en casos principalmente de proyectiles de arma de fuego, dando conocer que los datos encontrados en la inspección ocular técnica es fundamental para realizar este tipo de pericias.

Es muy necesaria para las diferentes investigaciones, como lo puede ser en los accidentes de tránsito, animaciones de las trayectoria de balas en homicidios entre otras.,por lo que debemos entender que realizar este tipo de técnica es un verdadero medio de prueba para resolver un caso.

Para Federico Baudino, citado por Rodríguez Jiménez, (2021), indica que la capacidad de atención se genera cuando se proyectan imágenes, sonidos o videos, es decir, que utilizar este tipo de herramienta va permitir orientar al juez de todo lo sucedido mediante una representación dinámica, basado por el procedimiento de inspeccion criminal.

## **2.4 Casos de aplicación práctica Tecnología Tridimensional**

La tecnología 3D se lleva a cabo después que se realiza el respectivo procedimiento de inspección ocular técnica porque nos basaremos en todos los indicios recolectados por lo que es importante la fijación ya que nos va permitir orientar y recrear todo lo sucedido. También es importante obtener información de testigos oculares, pero hay que tener en cuenta que el

investigador primero tiene que validar dicha información, es decir, sea acorde a lo sucedido porque puede afectar a la investigación.

### **Caso Igor El Ruso**

En una nota periodística del editorial español ‘Heraldo de Aragón’, citado por De la Riva, (2021), informa que este caso se da cuando el Ministerio del Interior recibe entre mayo y septiembre del 2017 dos informes de Italia en cual uno de ellos contiene información específicamente del arma de Norbert Feher apodado ‘Igor el Ruso’, la misma que utilizó para varios crímenes, una pistola de marca Berreta cuya munición 9x21mm por lo que la fiscalía italiana realizó un documento sobre el arma para que después remita a la Europol.

El 5 de diciembre este individuo recibe a tiros a dos vecinos de Albalate del Arzobispo en el cual estas personas resultaron malheridos, pero lograron huir y la vez el individuo también, la guardia civil dio la hipótesis que quería a entrar a robar a las casas.

Para el 14 de diciembre de 2017 a las 19.00 horas. Hubo un tiroteo registrado en una vivienda de campo del Mas del Saso en la municipalidad de Andorra a medio camino desde la localidad turolense y Albalate del Arzobispo en cual resultaron tres personas asesinadas, que son los guardias civiles Víctor Romero de 30 años y Víctor Jesús Caballero de 38 años y el vecino de Andorra José Luis Iranzo de 39 años.

### **Caso Efraín Rúales**

En una nota periodística del editorial ecuatoriano ‘‘ Expreso’’, citado por Argudo González, (2023), informa que este caso ocurrió en la mañana del 27 de enero del 2021, el famoso presentador del programa matutino ‘‘En Contacto’’, Efraín Ruales, salía del gimnasio en el que asistía frecuentemente, mientras conducía su carro por las calles Guillermo Cubillo y Juan Tanca Marengo, en el norte de la ciudad de Guayaquil, recibió un impacto de bala desde otro vehículo que acabó con su vida.

Para la fiscalía en el lugar de los hechos se encontraron cuatro indicios balísticos específicamente proyectiles en el cual tres impactaron con el vehículo de Ruales y el cuarto impacto a la víctima que acabó con su vida.

### **3. Software de Reconstrucción Tridimensional**

La importancia de utilizar estos programas permite demostrar una realidad virtual de una forma clara y dinámica que va ayudar mucho cuando se realice la respectiva audiencia por todos los elementos probatorios de un hecho delictivo. (Rodríguez Jiménez, 2021)

Debemos conocer que existen diferentes programas que garantizan capturar toda la información de forma tridimensional en la escena donde se cometió un hecho delictivo, los programas utilizados son los siguientes:

## **Blender**

Es el programa de creación tridimensional que canaliza en su totalidad el modelado, simulación, animación y seguimiento de movimientos, y lo podemos encontrar disponible para descargar directamente desde su sitio web oficial en [www.blender.org](http://www.blender.org), los usuarios pueden verificar que Blender está sujeta a los términos de licencia GNU-GPL.

Algunas de las razones por la que escogi este programa para mi trabajo de investigación es por su disponibilidad gratuita, también por sus múltiples plataformas, licencia de código abierto, su tamaño es mucho menor al de otros programas similares. Brinda un amplio conjunto de características para la creación de entornos virtuales tridimensionales. (Méndez, Obviedo, Fallas, Vega, & Méndez, 2014)

Es un potente programa para modelado 3D, iluminación, render, animación y realización de gráficos tridimensionales. Su interfaz está organizada en editores, cabeceras, botones contextuales, paneles y controles. En el programa existe secciones como la ventana 3D, de propiedades, de edición de secuencias de video y por último el editor nodos. (Morelli, Pangia ctenas, & Nieva, 2015)

## **Faro zone 3D**

Es uno de los programas más importante en realizar una reconstrucción virtual de un hecho delictivo por lo que es más factible para técnicas que van relacionada con hechos balísticos, de sangres, tránsitos entre otros.

### **Aras 360 HD**

Es un programa que permite la recreación de escenas del crimen y accidentes por lo que ayuda al perito con el respectivo proceso de la inspección ocular técnica del lugar de los hechos.

### **Iclone**

Programa de animación que aporta con diferentes empresas a producir animaciones tridimensionales utilizando herramientas para obtener una buena iluminación, imágenes y controlar las escenas.

## **4. Balística**

### **4.1 Definición**

Es la ciencia que realiza el estudio de los proyectiles, las leyes que dirigen su movimiento, residuos y a su vez los efectos que producen en el blanco. (Muñoz Granados, 2019)

Es la ciencia auxiliar de la justicia en la que ayuda encontrar la verdad de los diferentes casos que se incurren en las conductas punibles con armas de fuego. (Alvarez Rengifo & Colimba Pantoja, 2014)

## **5. Balística Forense**

### **5.1 Definición**

Es una de las ramas de la Criminalística que estudia todas las armas de fuego portátiles, mecanismos, aptitud y funcionamiento por lo que también es importante estudiar sus municiones, trayectoria y efectos. (Guzman Mora & Rojas Zambrano, 2021)

La disciplina que se dedica al análisis de los sucesos dentro de un arma durante la descarga de un proyectil se conoce como balística interna. También aborda el estudio de la trayectoria del proyectil desde el instante en que sale del cañón hasta que impacta en su objetivo, denominado balística externa, así como los efectos generados en organismos durante este recorrido, conocido como balística de efectos. Además, se ocupa de examinar las formas y características de las armas de fuego y sus municiones. (Osorio Isaza, 2005)

### **5.2 Objetivos de la balística forense**

La balística forense tiene como objetivo estudiar y analizar todos los fenómenos que suceden en el interior del arma de fuego durante el disparo de un proyectil y la trayectoria que produce el mismo.

Es importante realizar el estudio de la balística forense ya que se fundamenta en la demostración de la identidad balística que plantea el arma de fuego y sus proyectiles por lo que es esencial la participación de un perito balístico en la reconstrucción de los hechos. (Guzmán Mora & Rojas Zambrano, 2021)

La presencia de un perito en la reconstrucción de los hechos va permitir tener una percepción objetiva de todo lo sucedido con el fin de proporcionar mayores elementos para llevar a cabo la elaboración del dictamen judicial.

### **5.3 Partes de estudio en balística**

Debemos conocer que la balística representa todo un campo en cual realiza estudio basándose en las diferentes áreas de otras ciencias. (Muñoz Granados, 2019). Existen tres ramas básicas como son los siguientes:

#### **5.3.1 Balística interna**

Estudia todos los fenómenos que impulsan al proyectil es decir todo lo que produce en el interior del arma de fuego, desde que el percutor hace contacto con el fulminante y termina hasta que el proyectil golpea la boca del caño del arma de fuego.

#### **5.3.2 Balística efecto**

Estudia los fenómenos que causan el o los proyectiles que impactan a las superficies del blanco y a la vez se da fundamentalmente en la precisión, la perforación o penetración

#### **5.3.3 Balística externa**

Estudia el movimiento del proyectil desde que abandona la boca del cañón por lo que se analiza todo su recorrido hasta su impacto en el objetivo pretendido o casual.

### **Trayectorias balísticas**

Para el profesor Echeverry, citado por Alvarez Rengifo & Colimba Pantoja, (2014), es un camino recorrido que una vez impactado o penetrado en el cuerpo de un individuo, por lo que la trayectoria es a veces rectilínea basándose con la dirección del disparo más cuando se trate de proyectiles blindados.

El elemento fundamental para establecer la trayectoria que persigue un proyectil es el de determinar el ángulo de incidencia e inclinación en el que fue disparado. Debemos conocer que existen diferentes formas para determinar un ángulo como equipos de medición análogos, digitales y por último funciones trigonométricas. (Guzman Mora & Rojas Zambrano, 2021)

### **Trayectorias en espacios cerrados**

Se conoce que estos escenarios básicamente son más fáciles de analizar por lo que el mismo espacio restringe de forma natural la ubicación del tirador. También, cualquier disparo que suceda dentro de una estructura es muy probable que se impacte en cualquier superficie de la misma.

### **Trayectorias en espacios abiertos**

Los espacios abiertos se conocen que se requiere mayor tiempo para analizarlos por los disparos que se realizan en el mismo ya que necesariamente puede que no se impacten en sus inmediaciones. También sucede que los impactos pueden encontrarse a una distancia prolongada de la escena donde sucedieron los hechos.

Para un escenario común de estas trayectorias en espacios abiertos es las que suceden o se presentan en los automóviles con impactos de proyectil de arma de fuego, lo que dificulta examinar aquello es cuando se realizan los impactos en movimiento.

## **6. Estudio de trayectoria y heridas en el cuerpo humano**

Cuando un acto delictivo involucra el uso de un arma de fuego y es necesario determinar las trayectorias y la distancia de los disparos en la víctima, se lleva a cabo un análisis de las características presentes en las heridas. Este análisis implica identificar fenómenos como el anillo de contusión, ahumamiento, tatuaje, morfología y dimensiones de los orificios, así como describir la trayectoria del proyectil y ubicar los orificios de entrada y salida.

Toda esta información se recopila a través de las actas de inspección al cadáver, la necropsia del fallecido, la historia clínica o el examen médico legal de la persona lesionada. En casos donde las zonas de impacto estuvieran cubiertas por prendas de vestir, se realiza un estudio físico y químico de la ropa que llevaba puesta la persona fallecida o lesionada. (Osorio Isaza, 2005)

Para los Dr. García, Dr. Deichler, & Dr. Torres, (2011), debemos tener en conocimiento que el trayecto del proyectil en el interior del cuerpo puede ser rectilíneo o a su vez desviarse por el choque de un hueso o más, por lo que es importante considerar la ubicación de los orificios, que son los siguientes:

## **6.1 Orificio de entrada**

Corresponde a una herida contusa y que depende del tamaño de la munición para conocer sus características, ya sea si esta deformada por un impacto previo y si es proyectil único o múltiple.

El orificio de entrada se ocasiona por el impacto de un o más proyectil en la piel en la cual, la presión producida por el proyectil supera la resistencia de la dermis, por lo que es un orificio forzado que va permitir explicar que el orificio de entrada sea de menor diámetro.

## **6.2 Orificio de salida**

Corresponde a una abertura en el cuerpo producido por el proyectil que sale después de haber penetrado en los tejidos, el orificio de salida suele ser más grande en los proyectiles de alta velocidad o en proyectiles diseñados para expandirse y tener características distintivas que pueden distinguir del orificio de entrada.

## **7. Estudios que se realizan en balística de campo**

En investigaciones de terreno, los especialistas en Balística Forense de las seccionales del Cuerpo Técnico de Investigación brindan respaldo a las autoridades judiciales en diversas actividades, tales como la recolección, clasificación y embalaje de diversos elementos

considerados pruebas materiales "EMP" o evidencia física "EF" descubiertos en el lugar de los acontecimientos. También se encargan de describir, identificar y analizar armas de fuego, cartuchos, vainillas y proyectiles. Adicionalmente, llevan a cabo el estudio de heridas y trayectorias en el cuerpo humano siguiendo el protocolo de necropsia o historial clínico. Asimismo, participan en la reconstrucción de los hechos durante inspecciones judiciales, las cuales pueden llevarse a cabo en lugares abiertos o cerrados, así como en vehículos y aeronaves, entre otros escenarios. (Osorio Isaza, 2005)

## **8. Departamento de infografía forense**

Para Martínez, citado por Rodríguez Jiménez, (2021), en la policía científica representa toda visualización porque permite demostrar la realidad mediante un estudio pericial, por medio de imágenes sintéticas y elementos encontrados en dicha escena o del caso que se está investigando.

Para ser específico la infografía forense se emplea con la finalidad de presentar una forma más didáctica hipotética, pericial y toda acción confiable para la representación del elemento o material asociado con el hecho delictivo.

La importancia del departamento de infografía forense es muy significativa porque utilizando los medios tecnológicos pertinentes para la investigación le va dar mucha validez a la hora de exponer el caso en las audiencias ya que se va comprender como ocurrió el crimen.

## **9. Principios de la Criminalística**

Estos principios son importantes ya que son aplicados en cada caso o proceso de investigación para obtener exactitud en las operaciones a realizar en el campo de la criminalística. El autor Juventino Montiel Sosa señala estos principios básicos de la criminalística son los siguientes:

### **9.1 Principio de uso.**

Es todo instrumento o tipo de agente como mecánicos, químicos, físicos o biológico utilizado en el hecho.

### **9.2 Principio de producción.**

Está basado en la utilización de diferentes agentes que siempre producen indicios o evidencias materiales para demostrar su participación.

### **9.3 Principio de intercambio.**

Al consumarse el hecho se presentan diferentes características que son originadas por un intercambio de materiales o indicios entre el autor, la víctima y lugar de los hechos.

### **9.4 Principio de correspondencia de características.**

Se comprende en la acción dinámica de los agentes mecánicos vulnerables sobre los cuerpos de las víctimas en la cual dejan marcas características que permiten identificar al agente de producción.

### **9.5 Principio de reconstrucción de hechos y fenómenos.**

Es el estudio de las evidencias materiales que están relacionadas con el hecho en el cual dará inicio para reconstruir paso a paso el mecanismo del hecho fenómeno con la finalidad de conocer la verdad del hecho investigado.

### **9.6 Principio de probabilidad.**

Basado en la reconstrucción de los hechos encontramos un número de características que nos acercan al conocimiento de la verdad.

### **9.7 Principio de certeza.**

Se realizan identificaciones cuantitativas, cualitativas o comparativas de los indicios que producen en el lugar de los hechos y su correspondencia para tener plena certeza de dicha existencia por lo que se utilizaron procedimientos adecuados.

## **10. Inspección Ocular Técnica**

### **10.1 Definición**

La inspección ocular técnica es un proceso por el cual lo realiza un profesional calificado en examinar visualmente un lugar, instalaciones o estructuras para evaluar sus condiciones, pero la inspección ocular técnica policial se basa en una investigación técnico científica realizada por policías especializados con el fin de estudiar el escenario del suceso para poder interpretar, fijar y recoger de una forma adecuada los indicios que se encuentren en el lugar con el propósito ennoblecen los hechos e identificar los responsables. (Carlos Pomares Ramón, 2013).

## 10.2 Metodología

Para Hernández González (2015), se aplica estos métodos eficientes para los diferentes tipos de escenas en el cual va permitir obtener elementos probatorios y evidencias físicas para esclarecer el caso, que son los siguientes:

**Protección.** -El personal encargado de la inspección deberá elegir los lugares que va a pisar y tocar, a fin de que no se borren o se alteren los indicios existentes.

Se conoce que es el primer paso en una investigación es crucial porque consiste en proteger y preservar el lugar donde ocurrieron los hechos, desde el momento en que se tiene conocimiento de un delito que requiere la intervención de personal técnico científico. Estos profesionales tendrán el control del lugar de los hechos debido a su conocimiento en realizar el respectivo procedimiento en la escena.

Es importante tener en conocimiento que las unidades que participen en la escena del crimen deben tomar medidas de protección para evitar que se manipule o altere los indicios, excepto cuando se requiera asegurar algún indicio que se pueda perder por lo que se procederá a su levantamiento.

**Observación.** -Es una habilidad que el técnico debe tener desarrollado y a la vez ayuda los otros sentidos, esta se realiza directa y macroscópicamente.

El perito en inspección ocular técnica realiza una observación general a la hora que llega al lugar de los hechos, ya que en pocos segundos se evalúa la información sobre que pudo a ver ocurrido.

Al realizar la respectiva protección de la escena, los peritos comienzan a observar cuidadosamente, metódicamente y rápidamente para poder registrar todos los datos relacionados con la investigación (Guamán Cayambe, 2023).

**Fijación.** -Se debe fijar fotográficamente, planimetricamente, escrita, audiovisual y moldeado.

Para Citalán Lara & Huerta Teniente, citado por Olivero Cepeda, (2018), indica que “es el procedimiento que se realiza para la obtención de un registro y perpetuación de las características del lugar sujeto a estudio, y el cual forma parte de las actividades del experto criminalista”

**Recolección.** -Es necesario para no contaminar los distintos indicios por lo que se utiliza guantes desechables y así mismos instrumentos para la recolección de indicios.

En toda escena del crimen se encontrará evidencia o indicios fijos y móviles que después serán llevadas al laboratorio pericial. Para el traslado de las evidencias o indicios fijos, se utilizan técnicas de moldeado” In situ” para llevar una copia del mismo al laboratorio. (Quintana Enriquez, 2015)

La recolección de evidencia es un procedimiento de suma importancia porque si realizas una mala técnica podría desnaturalizar la respectiva evidencia por lo que el personal de inspección ocular técnica después de observar y fijar el lugar procede a la explotación del sitio en busca de indicios.

### **Cadena de custodia**

Es la maniobra que se hace para guardar, inmovilizar y proteger algún indicio dentro de algún recipiente protector. La cadena de custodia comienza en el lugar donde se recauda el elemento probatorio y termina por orden de la autoridad competente.

Para Gavilanes Domínguez, (2015), indica que la cadena de custodia se aplica a todos los elementos físico o contenido digital como material de prueba, garantiza su autenticidad, identidad y estado original. Es importante que las personas que intervienen en la recolección, envío, manejo, análisis y conservación de estos elementos probatorios son los responsables del mismo.

### **10.3 Funciones del perito en la IOT:**

- Llegar al lugar de los hechos
- Llevar a cabo las diferentes técnicas de criminalísticas como observación, búsqueda, protección, fijación, levantamiento, embalaje y etiquetado que permiten demostrar la verdad de los hechos

- Realizar la cadena de custodia
- Elaborar el respectivo informe pericial de todo lo encontrado para emitir un dictamen.

## **10.4 Características**

Para realizar un buen procedimiento de los peritos se deberá aplicar las siguientes características:

### **Metódica**

Todo dependerá del tipo de escenario y delito en el cual se debe de llevar en correcto orden.

### **Precisa**

Se analiza el mínimo detalle así parezca irrelevante

### **Minuciosa**

Estar pendiente de todo detalle porque puede ser importante para la investigación ya que si se realizan hallazgos erróneos se puede formular hipótesis erróneas.

### **Objetiva (sin perjuicio)**

No partir de hipótesis o ideas preconcebidas de lo que ha sucedido.

### **Inmediata**

Se realiza de forma inmediata para evitar la destrucción y alteración de evidencias.

## **10.5 Tipos de Escenas**

Para Ezequiel (2020), los expertos en el área de la Ciencia forense y los agentes del orden afirman que pueden encontrar tres tipos de escenas como son los siguientes:

### **Abierta**

Corresponde a sitios al aire libre en el cual las condiciones ambientales pueden afectar en que los indicios puedan desaparecer muy rápido.

### **Cerrada**

Corresponde a sitios rodeados por una estructura artificial o natural en el cual la escena no sería afectada por las condiciones climáticas y a su vez la mayoría de indicios serían preservados.

### **Mixtas**

Indica que los hechos ocurren en lugar abierto y cerrado a la vez.

## **11. Homicidio y Sicariato**

La mayoría de estos son realizado con armas de fuego por lo que va ser primordial utilizar esta herramienta, como lo es la tecnología tridimensional para determinar de forma secuencial como ocurrieron los hechos más aun sus trayectorias balísticas.

Debemos conocer que a nivel de latino América se da muchos casos de homicidio y asesinato por lo que cada vez es más preocupante no solo por el posicionamiento de los grupos criminales sino por la gran problemática se da por las condiciones socio económicas.

El homicidio es uno de los indicadores más completos y precisos para medir la violencia ya que quitarle la vida a otro es un acto de agresión. Basado en la información publicada el 10 de septiembre del 2023 en el diario "PRIMICIAS" es que Ecuador está entre los países de Latinoamérica con más homicidios ya que la tasa de homicidios en el país ascendió a casi 26 personas por cada 100.000 habitantes en 2022, y para los primeros 7 meses del año 2023 se han registrado más 3.500 homicidios intencionales.

Para Pontón, citado por Ruiz Vásquez, Campos Garcia, & Padrós Blásquez, (2016), indica que un sicario es aquella persona o individuo le arrebató la vida a otra por encargo a cambio de una remuneración económica.

El sicariato da su impacto social tanto que los ciudadanos tienen miedo por seguridad por lo que hay algunos casos que hay víctimas colaterales. La mayoría de personas que realizan estos hechos delictivos son jóvenes ya que son reclutados por las mismas organizaciones criminales que los convencen por el dinero fácil y más aún que dichos individuos son parte de la población con problemas socio económicos.

Planteó la reconstrucción tridimensional en la escena del crimen porque va beneficiar mucho a los auxiliares de la justicia como lo son los licenciados de criminalísticas por lo que se va demostrar de forma visual en el tribunal con el fin orientar al juez en su dictamen.

## **Capítulo 2: Metodología del Proceso de Investigación**

## **1. Enfoque Metodológico**

El presente trabajo de investigación tiene un enfoque metodológico de tipo cuantitativo, ya que es un método de investigación que se enfoca en recopilar y analizar datos numéricos y estadísticos con la finalidad entender fenómenos. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Este enfoque se basa en métodos y técnicas para analizar la trayectoria de un proyectil recreado en el programa de blender, por lo que es fundamental la recopilación de datos físicos, como es la ubicación de los impactos balísticos, y otras evidencias relacionadas en el caso con el fin de recrear un modelo virtual en cual represente de manera minuciosa la trayectoria de los proyectiles.

Es importante conocer que la trayectoria balística representa el recorrido seguido por un proyectil tras su lanzamiento o disparo, influenciado por factores como la gravedad y la resistencia del aire. Esta ruta puede variar según la velocidad inicial del proyectil, su masa, el ángulo de lanzamiento y las condiciones del entorno. (Alvarez Rengifo & Colimba Pantoja, 2014)

## **2. Alcance: exploratorio descriptivo**

El alcance de esta investigación es exploratorio descriptivo, ya que son llevados a cabo cuando el investigador busca conocer o adentrarse en un fenómeno desconocido, por lo que indican que no se plantean hipótesis y se centran en una única variable de estudio. Por el otro

lado descriptivo porque se refiere a las delimitaciones y a la vez explicación detallada de un fenómeno en específico. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Los alcances de la respectiva investigación se basan en explorar las técnicas de reconstrucción en trayectorias balísticas mediante el uso del programa de Blender en un escenario determinado, en este caso en una escena cerrada con el propósito de describir aspectos específicos del fenómeno que permiten demostrar la utilidad de la herramienta como medio probatorio confiable en casos judiciales relacionados con disparos de armas de fuego.

### **3. Delimitación de la investigación**

El diseño de este estudio es experimental porque implica manipular las variables para obtener información de aquello.

La escena controlada se refiere a la delimitación y preservación de un área específica donde se ha cometido un delito, en este caso se realizó en el cuarto de escena del crimen ubicado en la Universidad Ecotec campus Samborondón. Este estudio se delimita a la recopilación de datos físicos como lo son los indicios balísticos en una escena controlada que permita la reconstrucción de una trayectoria balística.

#### **4. Población y muestra de la investigación**

La escena controlada se trata de un lugar de los hechos donde todas las variables son controladas por el investigador en esto implica específicamente los impactos balísticos, orificio de entrada y salida que permite la reconstrucción de la trayectoria balística de esta escena controlada.

Esta escena controlada del presente trabajo de investigación es una escena cerrada donde se aplicó y realizó la respectiva metodología de la inspección ocular técnica y se encontró indicios balísticos como una vaina servida y un proyectil de arma de fuego calibre 9mm, además un occiso en posición decúbito ventral donde presentaba una herida de bala a la altura del cuello. También es importante conocer que en esta escena controlada se utilizó un arma de fuego corta tipo pistola que según Fernando Serrulla, (2019), indica que un arma de fuego es un instrumento que esta destinado a lanzar violentamente cierto proyectiles aprovechando la fuerza expansiva de los gases que se lo conoce como deflagración que se produce en el interior del arma de fuego.

#### **5. Métodos Empleados**

En esta investigación el método empleado es el empírico porque en la reconstrucción tridimensional de trayectorias balísticas involucra la aplicación práctica de técnicas y procedimientos basado en la observación y medición por lo que fue muy importante utilizar instrumentos para obtener datos físicos, y a su vez validar la utilidad de la reconstrucción tridimensional como elemento probatorio en los tribunales. Utilizar este método ofrece una

representación precisa y objetiva de los eventos relacionados con los disparos con arma de fuego ya que se va enfocar en la recopilación y análisis de evidencia, y también observaciones directas para respaldar los argumentos presentados ante el tribunal.

## **Capítulo 3: Análisis de Resultados de la Investigación**

En esta investigación al determinar y comprender los fundamentos técnicos de las trayectorias balísticas y conceptos relevantes de la balística forense, se logra obtener credibilidad y fiabilidad cuando se realice la respectiva reconstrucción 3D por lo que es importante la evidencia presentada en los tribunales sea creíble y no sea objetado por expertos contrarios o por la defensa. También los conocimientos técnicos va permitir que los peritos o los investigadores interpreten correctamente los datos recopilados durante la reconstrucción tridimensional de las trayectorias balísticas.

Debemos saber que el procesamiento y análisis de la información de estos datos encontrados en la escena controlada son transferible en el software Blender.

**Tabla 1. Cuadro de Indicios**

<b>INDICIO 10</b>	Mancha de sangre, localizada a 1,57 m de la pared oeste y 1,84 m de la pared norte.
<b>INDICIO 11</b>	Un (01) proyectil, localizada a 36 cm de la pared oeste.
<b>INDICIO 12</b>	Una (01) vaina servida, localizada a 46 cm de la pared este y 1,65 m de la sur

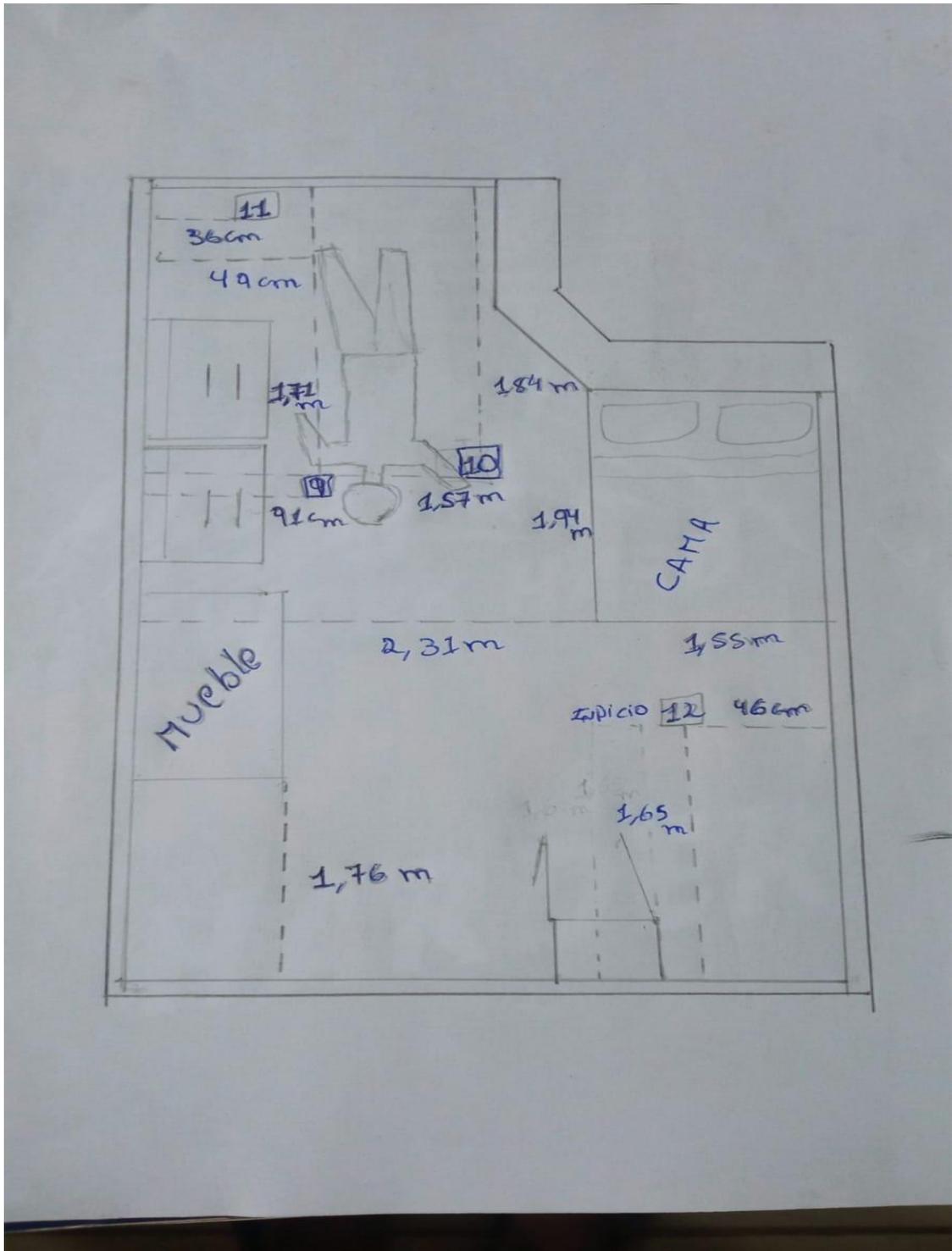
**Tabla 2. Cuadro del Occiso**

<b>SEXO</b>	MASCULINO
<b>EDAD</b>	25 AÑOS
<b>ESTATURA</b>	1,74 m
<b>COLOR DE PIEL</b>	BLANCO
<b>VESTIMENTA</b>	CAMISETA DE COLOR PLOMO Y JEANS DE COLOR AZUL
<b>HERIDA DEL CUELLO</b>	ALTURA 1,40 m

**Tabla 3. Cuadro de la Escena**

<b>ELEMENTOS DEL CUARTO</b>	<b>ALTO</b>	<b>ANCHO</b>
<b>VENTANA</b>	60 cm	130 cm
<b>CAMA</b>	194 cm	155 cm
<b>PUERTA</b>	200 cm	120 cm
<b>MUEBLE</b>	87 cm	160 cm
<b>CAJÓN</b>	50 cm	55 cm

### Croquis de la escena del hecho controlado



## Implementos del kit de trayectorias balísticas

Equipo técnico utilizado para determinar la trayectoria que siguió un proyectil disparado por arma de fuego, son los siguientes:

- 1-Buscador de ángulo balístico LTF101
- 1-LTF100RLZ Puntero Láser Balístico Clase IIIa con Baterías
- 1-LTF103 Varillas de penetración de balas, juego de 4
- 1-LTF104 Varillas fotográficas multicolores, juego de 6
- 1-Conectores de varilla D-LTF105, juego de 2
- 1-LTF106 Puntas tipo bala, juego de 2
- 1-LTF107 Puntas de encordado, juego de 2
- 1-LTF108 Conos de centrado, juego de 4 (2 cortos/2 largos) sin juntas tóricas
- 1-Montaje para trípode universal LTF110
- 1-LTF111 Rollo de hilo de trayectoria de colores, 250
- 1-Estuche de transporte LTF1000 de alto impacto con inserto de espuma personalizado



## Conclusiones

Realizar este trabajo de investigación de la reconstrucción tridimensional de trayectorias balísticas dio a conocer que es un recurso muy importante para la criminalística ya que beneficia particularmente en delitos de violencia con arma de fuego más aún por el índice delincencial que sucede en nuestro país Ecuador , este experimento proporciona una representación visual y detallada de lo sucedido en la escena del crimen, lo que permite a los investigadores y a los tribunales comprender mejor la secuencia de los acontecimientos y evaluar la credibilidad de las pruebas presentadas.

Conocer los fundamentos técnicos que determinan las trayectorias balísticas se considera investigación e identificación de la tecnología tridimensional y su función en el ámbito forense, específicamente en la reconstrucción y análisis de escenas relacionadas con hechos balísticos. Al conocer diferentes programas o software en los que se puede recrear estos tipos de escenas y a la vez lo importante de utilizar estas herramientas en otros países.

El programa en que se basó esta investigación para reconstruir o recrear esta escena de hechos balísticos es el de Blender, por lo que fue fundamental desarrollar habilidades prácticas y conocimientos para reconstruir la escena de hechos balísticos utilizando diferentes herramientas esenciales como el moldeado, animación, efectos visuales y tipos de simulaciones dinámicas.

Para concluir, al realizar la escena controla en el cuarto de escena del crimen ubicado en la Universidad Ecotec del campus Samborondón con todos los instrumentos pertinentes, y al aplicar los conceptos teóricos aprendidos permitió recrear digitalmente lo ocurrido en el hecho balístico, es decir, pudimos observar la posición de disparo, la trayectoria del proyectil y a su vez patrones de dispersión de evidencias físicas relevantes al caso.

## Recomendaciones

Finalizado el presente trabajo de investigación se elabora las siguientes recomendaciones:

- Darle importancia a la tecnología tridimensional en escenas del crimen, ya que es una herramienta que va ayudar mucho a mejorar la presentación de pericias en audiencia.
- Considerar el programa o software adecuado para que se pueda realizar una reconstrucción balística.
- Es necesario recopilar datos precisos y detallados sobre la escena del crimen para poder recrear con medidas exactas toda la escena.
- Se recomienda capacitar de forma constante a los futuros peritos para actualizarlos sobre los diferentes programas que existen para una reconstrucción 3D en hechos balísticos.

## Referencias

(s.f.).

Alvarado Burgos, M. (2010). *La Criminalística y su importancia en el campo forense*.

Granadilla: Universidad de Costa Rica.

Alvarez Rengifo, E., & Colimba Pantoja, W. (2014). El proyectil y su trayectoria. *Universidad la gran Colombia*.

Argudo González, K. (27 de Enero de 2023). Caso Efraín Ruales: cronología de un crimen sin resolver. *Expreso*.

Carlos Pomares Ramón, J. V. (2013). *La policía local como policía judicial: Manual para la inspección ocular técnica*. Alicante: Club Universitario.

Caro, J. (2012). Málaga: Uniiversidad de Málaga.

De la Riva, E. (12 de Marzo de 2021). Cronología de los sanguinarios asesinatos de Igor el Ruso. *HERALDO DE ARAGÓN*.

Dr.García, G., Dr.Deichler, F., & Dr.Torres, E. (2011). Lesiones por arma de fuego desde la perspectiva medico- criminalística. *Revista Chilena de Cirugía*.

Ezequiel. (2020). *Tipos, partes y características de la escena del hecho. Datos que aportan valiosa información a la investigación que realizan los peritos forenses en el área de Criminalística*. Catedrauno.

Fernández, C. (2023). ¿Qué es el modelado 3D y cómo funciona? *La Escuela Británica de Artes Creativas y Tecnología*.

Frangi, S. (2014). *Impresas y Escaners 3D Aplicación a la Criminalística*. Skopin.

Gavilanes Domínguez, E. (2015). *Procedimiento en el manejo de indicios y rastros de origen orgánico, aseguran una adecuada conservación en la Unidad de Apoyo Criminalístico de la Policía Judicial de la Provincia de Morona Santiago*. . Quito: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO, Colegio de Ciencias Policiales.

González, M. A. (2023). *Muerte violentas en incremento*. Guayaquil: Primicias.

Guamán Cayambe, S. (2023). “*FACTORES DE LA INSPECCIÓN DE CAMPO QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE LOS INDICIOS Y EVIDENCIAS EN LA ESCENA DEL CRIMEN*” . Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.

Guzman Mora, L., & Rojas Zambrano, A. M. (2021). *TRASCENDENCIA DE LA RECOLECCIÓN DE INDICIOS BALÍSTICOS EN LA ESCENA DEL CRIMEN REALIZADO POR AGENTES DE CRIMINALÍSTICA*. *Revista del Instituto Tecnológico Superior Jubones*.

Hernández de la Torre, R. C. (2017). *Criminalística Cubana*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos Cuba.

Hernández González, C. A. (2015). *IMPORTANCIA DE LA PROTECCIÓN DE LA ESCENA DEL CRIMEN POR PARTE DE LOS SERVIDORES POLICIALES DE LOS DIFERENTES SERVICIOS Y UNIDADES ESPECIALES DE LA POLICIA NACIONAL DEL ECUADOR*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. *Mc Graw Hill*.

- Hernández, C., Perez, P., Sanchez, M., & Sanchez, R. (2020-01). *SOFTWARE DE TRAYECTORIA BALÍSTICA*. Panamá: Universidad UMECIT.
- Honrubia Catalán, P., Catatayud Navarro, P., & Aldecoa, R. (2021). Evolución y nuevos tipos de tecnología 3D. *INUBA*.
- Iguala, M. (2020). Factores de la Inspección de campo que determinar la calidad de los indicios y evidencias, en la escena del crimen. *Universidad Metropolitana de Educación, Ciencias y Tecnología*.
- Licd. Campos Alvarado, V., Mgtr. Auri Morrison, C., & Mercado, L. k. (2019). *Ciencias auxiliaria y criminalística*. Panamá: Universidad de Panamá.
- López Tapia, D. M. (2018). Estudio Preliminar de las Armas de Fuego Cortas, Fabricadas por Impresoras 3D por el Método de Deposición de fundido. *Skopein*.
- Méndez, G., Obviedo, E., Fallas, G., Vega, C., & Méndez, A. (2014). *Análisis de las herramientas Unity y Blender para el desarrollo de videojuegos con un enfoque educativo*. San Carlos: Escuela de Computación, Tecnológico de Costa Rica .
- Montiel, S. (2010). La criminalística y su importancia en el campo forense. En A. B. M., *La criminalística y su importancia en el campo forense* (pág. 11). Universidad de Costa Rica.
- MORELLI, R. D., PANGIA CTENAS, H. A., & NIEVA, L. S. (2015). *MODELADO PARAMÉTRICO 3D, RENDER Y ANIMACIÓN CON SOFTWARE LIBRE: INTERACCIÓN FREECAD + BLENDER*. Rosario: universidad Nacional de Rosario, República Argentina.

Muñoz Granados, O. (2019). Balística. *Universidad Autónoma de Hidalgo*.

Nava Villanueva, T. E. (2016). ANÁLISIS DE LA CRIMINALÍSTICA EN EL ESTADO DE MÉXICO. En L. T. VILLANUEVA., *ANÁLISIS DE LA CRIMINALÍSTICA EN EL ESTADO DE MÉXICO* (pág. 45). Toluca: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO.

Olivero Cepeda, J. C. (2018). “*LA FIJACIÓN DE ESCENARIOS CRIMINALES CON EL EMPLEO DE TECNOLOGÍA MÓVIL*” . Madrid: Universidad Camilo José Cela.

Osorio Isaza, L. (2005). Balística Forense. *Fiscalía, Dirección Nacional Cuerpo Técnico de Investigación*.

QUINTANA ENRIQUEZ, O. V. (2015). *IMPORTANCIA DEL USO Y MANEJO DE LUCES FORENSES EN LA ESCENA DEL DELITO POR PARTE DE LOS PERITOS DE INSPECCIÓN OCULAR TÉCNICA DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE PICHINCHA PARA LA DETERMINACIÓN ORIENTATIVA DE LA PRESENCIA DE INDICIOS BIOLÓGICOS* . Quito: INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR “POLICÍA NACIONAL” .

Rodríguez Jiménez, K. R. (2021). Reconstrucción virtual como técnica de recreación en una escena del delito en la Investigaciones Criminalística en Panamá. *Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología*.

Ruiz Vásquez, A., Campos Garcia, T., & Padrós Blásquez, F. (2016). EL SICARIATO: UNA PERSPECTIVA PSICOSOCIAL DEL ASESINATO POR ENCARGO. *Universidad de Guanajuato*.

Serrulla, F. (2019). *Armas de fuego y Ciencias Forenses*. Galicia: ASOCIACION GALEGA DE MEDICOS FORENSES.

## ANEXOS



*FOTO 1. Protección de la escena del crimen.*



*FOTO 2. Escena del crimen.*



*FOTO 3. Proceso de toma de medidas con el uso de kit de herramientas para trayectorias balística.*



*FOTO 4. Vista en detalle del Orificio de entrada en la víctima.*



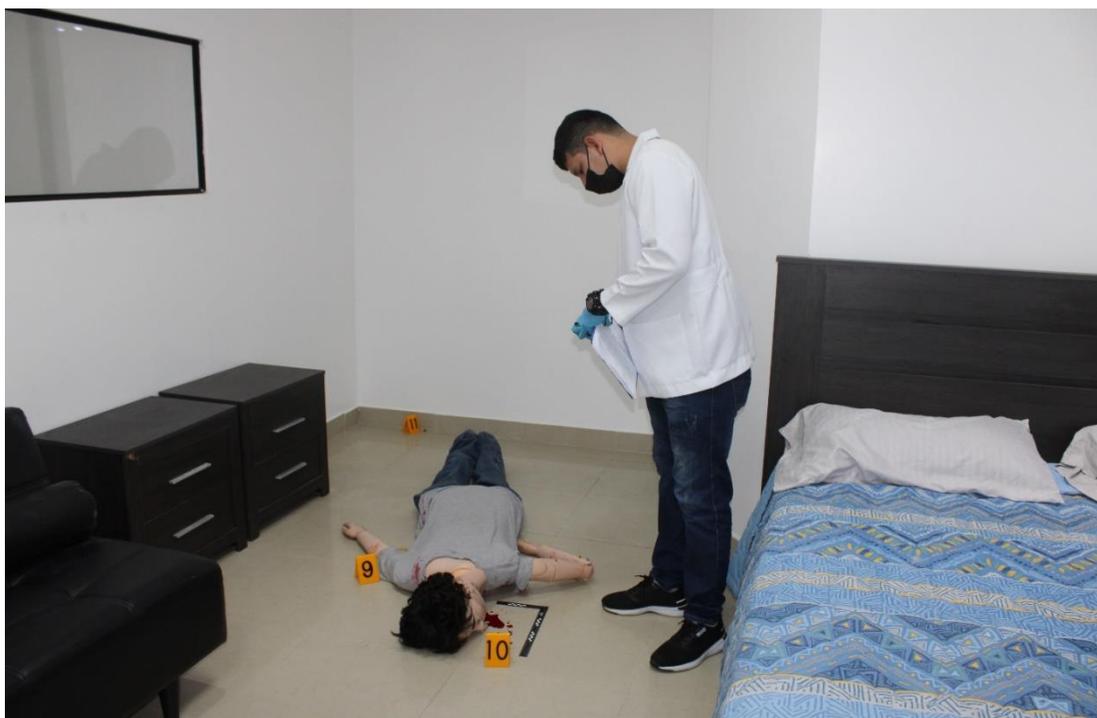
*FOTO 5. Vista en detalle del Indicio número 10 donde se observa una mancha de sangre.*



*FOTO 6. Occiso en posición decúbito ventral y alrededor sus indicios*



*FOTO 7. Vista en conjunto de la escena del crimen y los indicios identificados.*



*FOTO 8. Aplicación del método de observación.*



*FOTO 9. El perito ubicando el indicio número 12.*



*FOTO 10. El perito tomando nota de los indicios encontrados.*



*FOTO 11. El perito aplicando el proceso de observación del método de inspección ocular técnica.*



*FOTO 12. Fijación de indicios. El perito ubicando el indicio número 11.*



FOTO 13. Vista de detalle del indicio número 10.

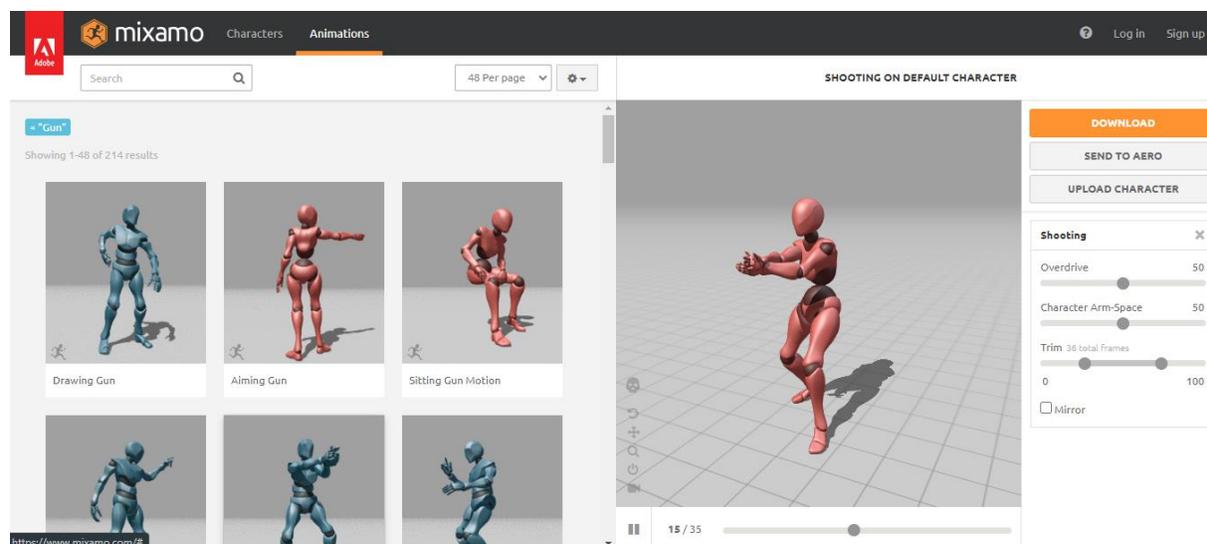


FOTO 14. Herramienta Mixamo utilizando para la animación y el molde del tirador.

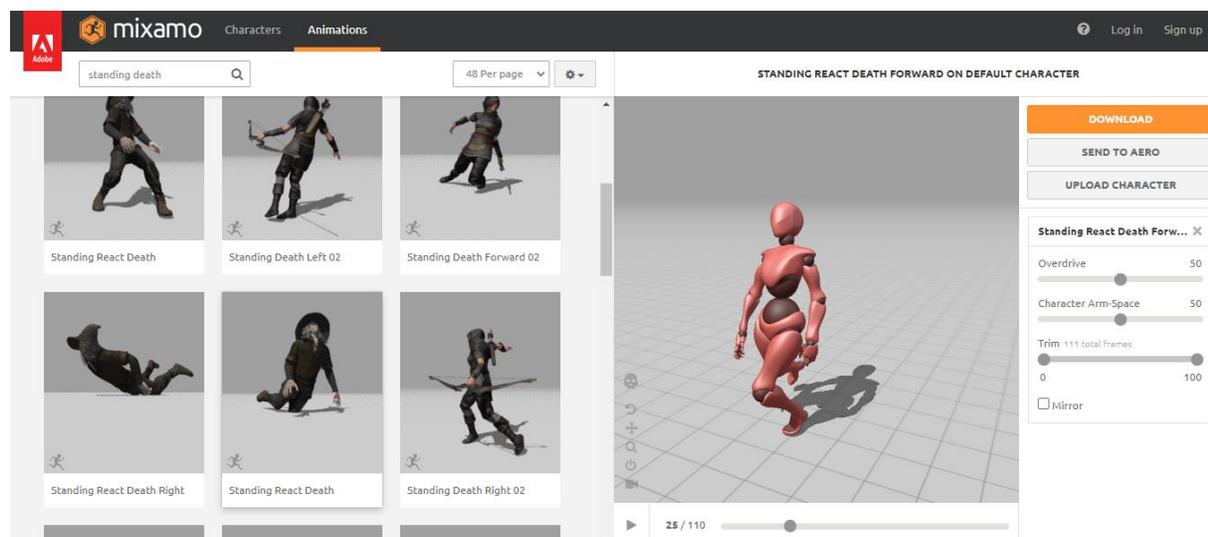


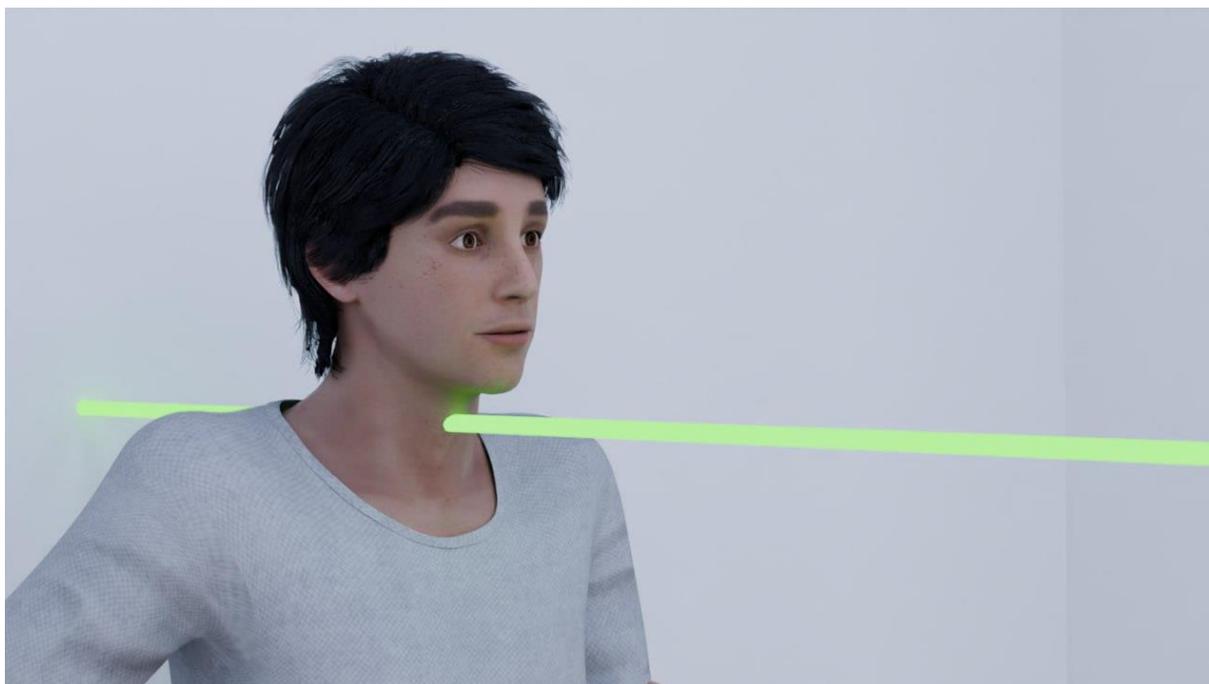
FOTO 15. Herramienta Maximo utilizando para la animación y el molde de la víctima.



FOTO 16. Vista en conjunto de la escena del crimen.



*FOTO 17. Imagen donde se aprecia la trayectoria intratraqueal del occiso*



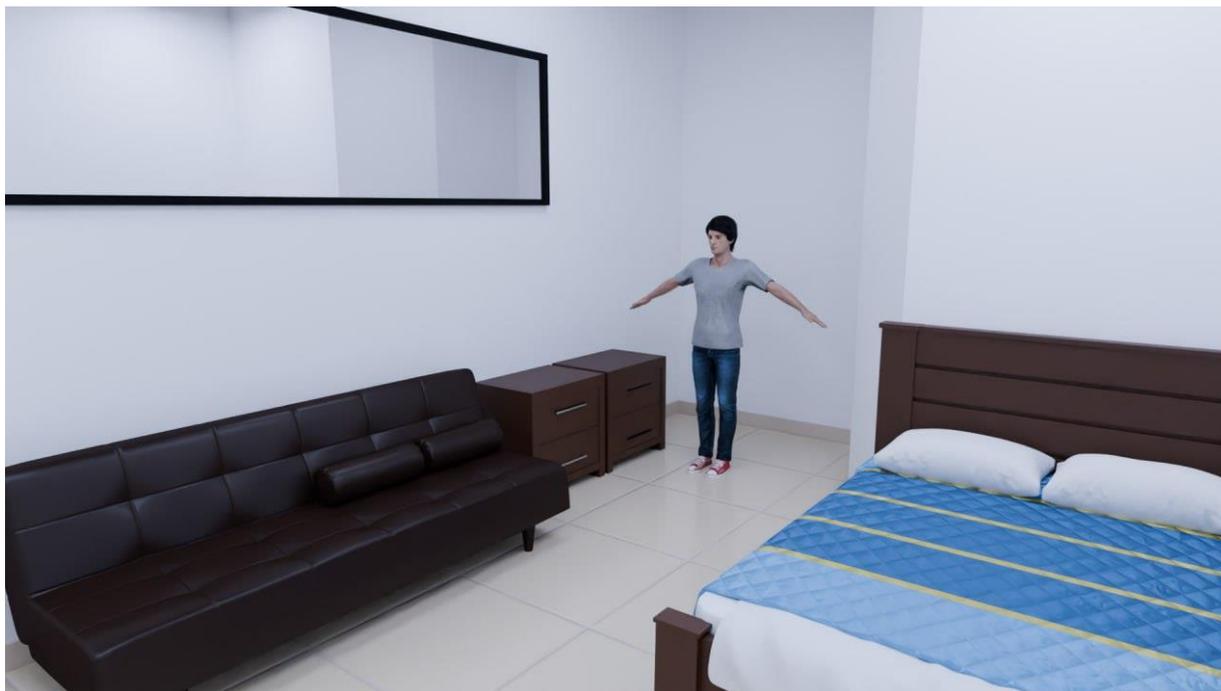
*FOTO 18. Vista en detalle de la trayectoria del proyectil en el punto de impacto.*



*FOTO 19. Vista en detalle de la víctima desde la posición del tirador.*



*FOTO 20. Vista en detalle de la víctima y el tirador en posición anatómica.*



*FOTO 21. Vista en conjunto de la posible ubicación de la víctima previo al impacto.*



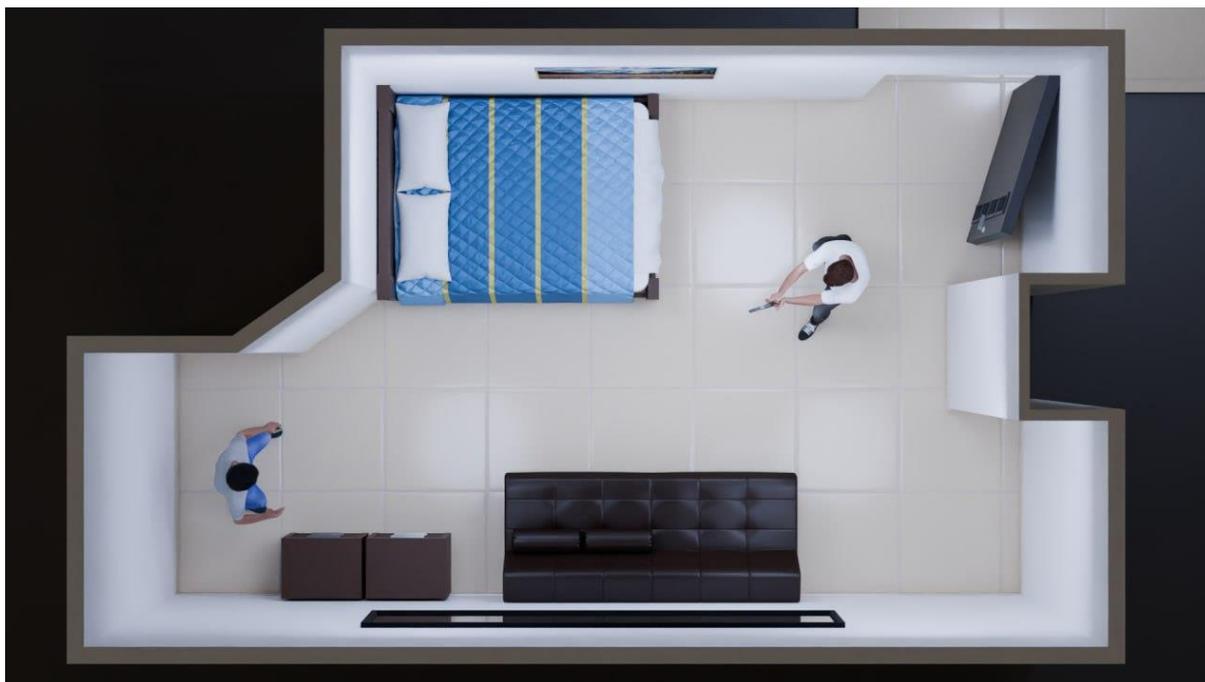
*FOTO 22. Vista en detalle de la posible trayectoria del proyectil previo al impacto.*



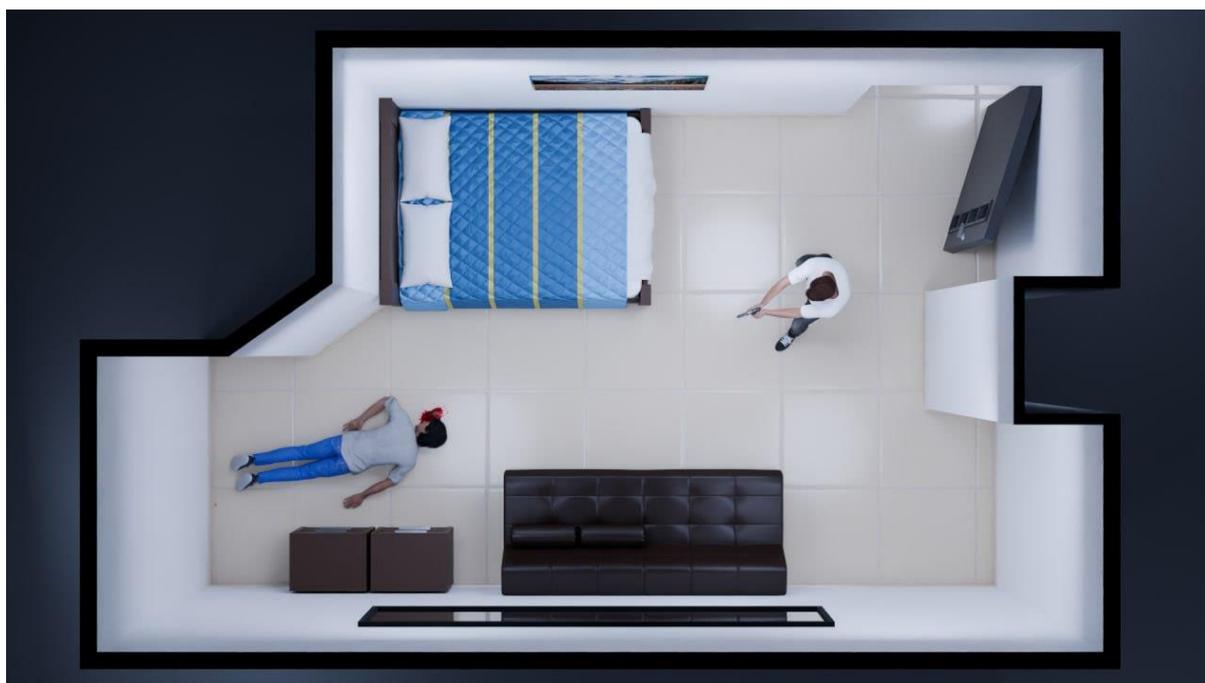
*FOTO 23. Vista de conjunto de la habitación donde se observa la ubicación del indicio número 10 en relación a la ubicación del tirador.*



*FOTO 24. Vista de conjunto de la habitación donde se observa la posible ubicación de la víctima*



*FOTO 25. Vista de conjunto de la habitación donde se observa la posible ubicación de la víctima y del tirador*



*FOTO 26. Vista en conjunto de la habitación donde se observa a la víctima en posición decúbito ventral y la posible ubicación del tirador*