



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ENTRE RÍOS
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
LICENCIATURA EN CRIMINALÍSTICA

PROYECTO FINAL

***“ANÁLISIS DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS EN DIFERENTES TIPOS DE MADERAS
POR PROYECTILES DE METAL DE PUNTA OJIVAL TRUNCADA EN CONDICIONES
CONTROLADAS”***

Director/a:

Lic. Rossi Osvaldo.

Co-Director:

Lic. Torres Ismael.

Autora:

Pinales, Estefany.
96.379.566

Oro Verde, Diciembre de 2025.

CÁTEDRA PROYECTO FINAL

Lic. Virginia Daiana Ramírez.

Lic. María Centurión.

Lic. Fátima Miño.

TRIBUNAL EVALUADOR

Lic. Virginia Daiana Ramirez.

Lic. María Centurión.

Lic. Fátima Miño.



APELLIDO Y NOMBRES: PINALES MARTIN, ESTEFANY. DNI: 96.379.566

Proyecto Final: "ANÁLISIS DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS EN DIFERENTES TIPOS DE MADERAS POR PROYECTILES DE METAL DE PUNTA OJIVAL TRUNCADA EN CONDICIONES CONTROLADAS"

Carrera: LICENCIATURA EN CRIMINALÍSTICA.

Quien suscribe, AUTORIZA la difusión del presente Proyecto Final en el ámbito de la Facultad de Ciencia y Tecnología - UADER, con fines académicos.

FECHA:

FIRMA DE AUTORA: _____

FIRMAS DE EVALUADORES: _____

RESUMEN:

El proyecto consistió en analizar los efectos balísticos producidos en las distintas superficies de madera por proyectiles metálicos 9mm Parabellum de punta ojival truncada, disparados a cinco (05) metros de distancia, con un ángulo de 90° en el Tiro Federal de Paraná.

El mismo surgió ante la escasa disponibilidad de bibliografía técnica que se documentó de forma específica, sobre los efectos de este tipo de proyectiles sobre superficies de madera, lo cual justifica la necesidad del estudio.

La población fueron todos los efectos observados en los orificios/penetraciones presentes en las distintas superficies de madera, provocados por proyectiles de metal Parabellum de punta ojival truncada disparados por un arma de fuego 9mm, a 5 metros de distancia y con un ángulo de 90°.

La muestra correspondió a los orificios/penetraciones realizados por los proyectiles de metal de punta ojival truncada disparados por un arma de fuego 9mm, a 5 metros de distancia, con un ángulo de 90°, en un total de tres (03) disparos sobre cada una de las siguientes superficies: una (01) porción de madera de pino de 25x25cm con espesor de 18mm, una (01) porción de madera de eucalipto de 25x25cm con espesor de 18mm, una (01) porción de madera de algarrobo de 25x25cm con espesor de 18 mm, una (01) porción de madera de fibra o MDF de 25x25cm con espesor de 18 mm, y una (01) porción de madera aglomerada de 25x25cm con espesor de 18 mm.

La metodología empleada consistió en el desarrollo de un diseño cuasi-experimental, con el propósito de obtener las muestras necesarias para el análisis. Para ello se seleccionaron piezas de madera de pino, eucalipto, MDF, aglomerado y algarrobo, todas con dimensiones de 25x25 cm y un espesor de 18mm. Estas muestras fueron sometidas a disparos efectuados con un arma de fuego 9mm, respetando la distancia y ángulo establecido en la investigación.

A continuación, se procedió con un análisis visual de los efectos generados en los orificios/penetraciones, registrando las observaciones en una ficha previamente diseñada. Así mismo, se tomaron fotografías de cada uno de los orificios con el objetivo de documentar

visualmente tanto las perforaciones producidas como las características observadas en cada superficie, dejando así constancia detallada de los resultados.

PALABRAS CLAVES: Madera, Balística, Proyectoil, Efectos, Tipos de madera.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que me acompañaron y apoyaron a lo largo de este camino.

A mis padres, por su amor incondicional, su paciencia, apoyo, y por ser mi sostén en momentos desafiantes.

A mis amigos, por estar presentes con palabras de aliento, apoyo sincero, y compañía en cada etapa de esta carrera.

A mi director de tesis, Licenciado Osvaldo Rossi y a mi co-director Licenciado Ismael Torres, por su orientación, compromiso y dedicación.

A la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos, por brindarme las herramientas y el espacio para formarme profesionalmente, así mismo, a todo el cuerpo docente, por compartir sus conocimientos, experiencias, y por la motivación constante a superarnos.

Gracias a todos por ser parte de este proceso y por contribuir, de una u otra forma, a la concertación de este trabajo.

Estefany Pinales

ÍNDICE

RESUMEN.....	3-4
PALABRAS CLAVES.....	4
INTRODUCCIÓN.....	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	8
OBJETIVOS.....	8
OBJETIVO GENERAL.....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA SOCIAL.....	9
BASES DEL PROYECTO.....	10
MARCO TEÓRICO.....	10-15
MARCO LEGAL.....	16
ESTADO DEL ARTE.....	16-19
PROPUESTA METODOLÓGICA.....	20
POBLACIÓN Y MUESTRA.....	21
VARIABLES.....	22-26
SELECCIÓN DE ELEMENTOS.....	27-31
DIA DEL MUESTREO.....	32-39
RESULTADOS.....	40-46
ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	47-69
CONCLUSIÓN.....	70-71
BIBLIOGRAFÍA.....	72-73
RECOMENDACIONES.....	74

INTRODUCCIÓN:

Considerando la prevalencia de las armas de fuego en la comisión de hechos delictivos y homicidios, lo que sugirió una alarmante accesibilidad para los perpetradores, donde frecuentemente se encuentran presentes superficies de maderas, es importante que los peritos balísticos conozcan las características o efectos que dejan determinados proyectiles sobre ellas, para identificar su procedencia y arribar a conclusiones categóricas.

Además, en la cotidianidad, la madera forma parte del día a día de la sociedad, por lo que se puede encontrar este tipo de material en aberturas, locales comerciales, edificios, casas, etc.

Particularmente, el foco de la investigadora en el presente Proyecto, se centró en el rol que ocupa la madera en relación a un hecho delictivo, ya que -dependiendo el hecho-, podrían tomarse como un indicio con mayor o menor grado de relevancia para el esclarecimiento de lo sucedido.

El problema a investigar surgió durante una sugerencia del docente en las clases de la cátedra de Práctica Pericial Balística, donde nació el interés de indagar más sobre el tema, profundizar y comprender los efectos producidos por proyectiles sobre determinadas superficies de madera, pudiendo comportarse así de manera diferente debido a su composición, es decir, influir diferentemente en la penetración, la deformación y la dispersión de fragmentos.

La recomendación del docente llevó a la investigadora a explorar un tema que resultó muy apasionante e interesante, y que combina la teoría balística con la práctica pericial.

En este contexto, el presente estudio se centró en analizar ***“¿QUÈ EFECTOS PRODUCEN LOS PROYECTILES DE METAL DE PUNTA OJIVAL TRUNCADA DISPARADOS BAJO CONDICIONES CONTROLADAS SOBRE DETERMINADOS TIPOS DE MADERAS EN EL TIRO FEDERAL DE PARANÁ?”***.

Por ello, el **objetivo general** del presente estudio fue analizar los efectos balísticos producidos en las distintas superficies de madera por proyectiles de metal de punta ojival truncada, disparados a cinco (05) metros de distancia, y con un ángulo de 90° en el Tiro Federal de Paraná.

Y los **objetivos específicos**:

- Caracterizar las propiedades morfológicas y dimensionales de los orificios de entrada y salida generados por los proyectiles en cada tipo de madera.

-Determinar el grado de perforación de los proyectiles en las diferentes maderas y analizar las características de las astillas y su dispersión, evaluando la presencia, el tamaño del astillado, y la cantidad de fragmentos desprendidos o levantados tras el impacto.

-Comparar los patrones de daño balístico entre los distintos tipos de madera, para identificar diferencias significativas que puedan ser de utilidad forense.

Justificación y Relevancia social:

Al visualizar los efectos producidos por proyectiles de metal de punta ojival truncada en determinados tipos de maderas, es claro que los mismos dependen del ángulo y la trayectoria a la que se ejecutan dichos disparos. Por consiguiente, esta investigación, aporta herramientas para la determinación de trayectorias de disparos, distancias, y otros factores relevantes en la reconstrucción de un crimen. Además, las maderas tienen diferentes propiedades físicas y mecánicas, como la densidad, dureza, textura, etc., lo que de una forma u otra influye en el comportamiento de los proyectiles, y cualquier otro objeto, sobre ellas.

Este estudio buscó contribuir significativamente al avance del conocimiento en el campo de la balística forense, un área crucial para la justicia y la seguridad pública, informando que tipo de madera es mayormente apta para una mejor seguridad (en la vivienda por ejemplo), como así también para la elaboración de equipos de protección; Al desarrollo tecnológico, para la fabricación de mejores materiales; A enriquecer las metodologías periciales, integrando nuevos datos sobre los efectos balísticos observados en superficies, redundando en peritajes e investigaciones más precisas y confiables.

BASES DEL PROYECTO.

MARCO TEÓRICO

Para poder interpretar los efectos observados en diferentes tipos de maderas producidos por proyectiles de metal de punta ojival truncada disparados por un arma de fuego, se requiere de ciertos conocimientos básicos aplicados a la balística forense.

Y siendo así la balística de efectos el núcleo que se une con armas de fuego, proyectiles, calibres y diferentes tipos de madera. Al estudiar cómo reaccionan estos elementos, se podrá entender mejor los fenómenos balísticos que ocurren sobre la superficie en cada impacto, desde la penetración, deformaciones, dimensiones, etc.

BALÍSTICA DE EFECTOS: La que estudia los resultados producidos en el cuerpo u objeto sobre el que impacta la bala o proyectil, la forma en que actúa el proyectil al llegar al blanco, cómo queda el proyectil, cómo se efectúa la transferencia de energía cinética y qué efectos tiene sobre el objetivo, cómo funcionan los proyectiles especiales, etcétera. Comprende el período de tiempo que va desde el momento del impacto en el blanco hasta que la energía del proyectil es anulada, quedando el mismo en reposo (Álvarez Saavedra , 2008,p. 74).

ARMAS: Se entiende por arma al instrumento, medio o máquina destinado a atacar o defenderse. Pueden clasificarse en armas propias y armas impropias, la primera se refiere a “las que han sido especialmente diseñadas para atacar o defenderse”. Mientras que las armas impropias son un “grupo constituido por todos aquellos elementos que eventualmente pueden llegar a utilizarse como arma, tal como un martillo de carpintero, un destornillador, etc.” (Guzmán, 2003, p. 327).

ARMAS DE FUEGO: Dentro de las armas que son halladas en escenarios delictivos, las armas de fuego son armas propias, estudiadas precisamente por la Balística. Se entiende por arma de fuego a “la que utiliza la energía de los gases producidos por la deflagración de pólvoras para lanzar un proyectil a distancia” (Argentina, Decreto N°395/75, 1973, art.3, inc.1). Esta puede clasificarse como arma de fuego corta o de puño, o bien, arma de fuego larga o de hombro.

ARMA PORTÁTIL: Es el arma de fuego o de lanzamiento, que puede ser normalmente transportada y empleada por un hombre sin ayuda animal, mecánica o de otra persona (Argentina, Decreto N°395/75, 1973, art.3, inc.3).

ARMA DE PUÑO O CORTA: Es el arma de fuego portátil, diseñada para ser empleada normalmente utilizando una sola mano, sin ser apoyada en otra parte de (Argentina, Decreto N°395/75, 1973, art.3, inc.5).

PISTOLA: Definida como aquella “arma de puño de uno o dos cañones de ánima rayada, con su recámara alineada permanentemente con el cañón. La pistola puede ser de carga tiro a tiro, de repetición o semiautomática” (Argentina, Decreto N°395/75, 1973, art.3, inc.16). Las armas de fuego con sistema de disparo semiautomático son aquellas en “las que es necesario oprimir el disparador para cada disparo y en la que el ciclo de carga y descarga se efectúa sin la intervención del tirador”. (Argentina, Decreto N°395/75, 1973, art.3, inc.9).

CALIBRE: En el ámbito balístico, el calibre representa principalmente una dimensión, y esa dimensión es la que nos da el ánima del cañón y, gráficamente, el diámetro del proyectil (Ferreyro, 2011, p. 89). Al hablar de calibre de un arma de fuego, se hace referencia a la medida del diámetro interno del cañón, es decir, el espacio limitado por las paredes internas del ánima del cañón, y, además, con las dimensiones de la recámara, ya que las mismas están diseñadas para alojar el cartucho antes de la deflagración.

MUNICIÓN/CARTUCHO/PROYECTIL: El término munición hace referencia al conjunto de cartuchos, el cual es definido como aquel elemento constituido por vaina, cápsula fulminante, carga propulsora y proyectil. Este último es el elemento de mayor importancia, dado que es el objeto que impacta en el blanco, y es el estudiado por la Balística de Efectos; es definido como un “todo objeto defensivo u ofensivo susceptible de ser arrojado a mano o mediante una fuerza mecánica y un dispositivo apropiado para ello” (Álvarez Saavedra, 2008, pág. 496).

Existen diferentes clasificaciones del proyectil, de las que cabe destacar: Forma de su punta (redonda, ojival, cónica, tronco-cónica, hueca o plana), tamaño (refiere al calibre), cubierta (encamisado, semi-encamisado, media-camisa o desnudo). Para el estudio realizado se emplearon proyectiles de metal Parabellum de punta ojival truncada, y en cuanto a su tamaño este es de calibre 9mm (Barría, E, 2020).

PERCUSIÓN CENTRAL: El cartucho posee de fulminante en una pequeña cápsula que se encuentra ubicada en la zona central del culote de la vaina, comunicándose con su interior a través de dos orificios, llamados “oídos”. Este componente denominado “fulminante” es el iniciador del proceso, donde al percutar se origina la chispa que enciende la pólvora y esto provoca la expulsión del proyectil. (Información obtenida en cátedra de Práctica Pericial Balística, 2023).

OJIVA DE CONO TRUNCADO: Su punta presenta un plano perpendicular a su eje de simetría, logrando así incrementar los efectos. Este tipo de ojiva se denomina de choque o “stopping power”, lo cual se refiere a la capacidad de un proyectil para incapacitar físicamente una amenaza de manera inmediata, deteniendo el peligro. El término se aplica a la efectividad de un cartucho en función de su masa y velocidad para derribar o inhabilitar a un objetivo, y es un factor determinante en situaciones de combate. (Gobierno de la provincia de San Juan, 2018).

PENETRACIÓN: Para profundizar en el tema específico, teniendo en cuenta disparos realizados con un arma de fuego y proyectiles 9mm de ojiva cono truncada, impactados contra una superficie de madera, éstos dejarán una impronta en la misma, que es lo que llamaremos penetración, por lo que es necesario definir este término como “la capacidad que poseen los proyectiles para desplazarse dentro de un medio sin atravesarlo, y donde consecuentemente sólo existirán uno o varios orificios de entrada, pero ninguno de salida” (Chivilo, 2008).

PERFORACIÓN: “La cualidad que tienen los proyectiles de impactar e ingresar en un blanco, desplazarse dentro de él y finalmente salir, atravesándolo totalmente, para continuar luego con su trayectoria”. La perforación dependerá de la velocidad del proyectil, de su forma, peso, dureza, resistencia que le ofrezca el blanco y de la distancia existente entre la boca del cañón y el punto de impacto (Chiviló, 2008).

ORIFICIO DE ENTRADA: cuando se trata de proyectiles disparados por armas de fuego, deben tenerse en cuenta los orificios de entrada y de salida, para poder determinar desde qué dirección se efectuaron los disparos. En el caso de la madera, el orificio de entrada suele ser de forma regular, en tanto que el de salida es irregular, de mayor tamaño, y presenta desprendimientos de material (astillas) (Chiviló, 2008).

ORIFICIO DE SALIDA: suele tener forma de cono invertido o embudo, donde la base de éste coincide con la salida. Cuando el proyectil impacta en forma perpendicular al blanco, el orificio presenta una forma radial uniforme (Chiviló, 2008).

MADERA: Es un material heterogéneo, compuesto de sustancia fibrosa y celulosa, donde el 50% son fibras de celulosa, el 30% lignina, y el 20% restante se compone de resina, almidón, tanino y azúcares. La misma se encuentra formada por moléculas de celulosa que se agregan para dar lugar a largas unidades semejantes a cuerdas, llamadas microfibrillas, que se encuentran impregnadas de lignina (es el puente de unión de células resistentes a los impactos, y no degrada fácilmente) y Hemi-celulosa (polisacárido componente de la pared celular primaria, similar a la celulosa, pero se degrada más fácilmente) que proporciona dureza a la madera, mientras que la lignina le confiere su resistencia a la tensión a ser doblada (Ferreyro, 2011, p. 35).

La madera es un material anisótropo, es decir, que sus propiedades varían de acuerdo con la dirección que se consideren sus fibras. La textura es el tamaño de los diferentes elementos anatómicos presentes en una pieza de madera, y puede ser gruesa (se da cuando uno o más elementos anatómicos son de tal tamaño que pueden ser observados fácilmente, como en el caso del roble), media o fina (se da en maderas de ébano, quebracho colorado, etc.) (Ferreyro, 2011, p. 35).

Dentro de los tipos de madera encontramos las naturales, las cuales proceden directamente de los árboles, y las artificiales, que se fabrican a partir de los derivados o desechos de la madera de los árboles. En este caso, utilizaremos ambos tipos y sin capas de pintura alguna, es decir, de pino, eucalipto, y algarrobo las cuales se clasifican como naturales; MDF y aglomerada, que se clasifican como artificiales. (Ríos Reyes, s.f.).

MADERA DE PINO: Es una madera blanda y suave, que presenta nudos, tanto pequeños como grandes, frecuentes, y pequeñas bolsas de resina, la misma presenta una fibra recta (suave y regular), siendo también porosa de un color amarillo claro a anaranjado, con grano medio a fino, resistente al agua y la humedad, y duradera cuando se trata adecuadamente. Existen muchas variedades de pino, en este caso utilizaremos el pino silvestre, el cual es una de las variedades más comunes de pino y se utiliza comúnmente en la construcción y en la fabricación de muebles. (Infante, 2014).

MADERA DE EUCALIPTO: Es un tipo de madera dura, resistente a la humedad, de color rojizo a rosado, de grano fino y uniforme. Posee una alta densidad (que la hace resistente a la deformación y la rotura) y resistencia a la humedad, caracterizándose por su durabilidad, su grano claro y uniforme, y sus fibras entrelazadas (Infante, 2014).

MADERA DE ALGARROBO: es un tipo de madera dura y resistente que tiene un color marrón claro a rojizo y suele tener una textura lisa y uniforme. Posee fibra recta y en ocasiones entrelazada (Infante, 2014).

MADERA DE FIBRA/ PRENSADA O MDF: Se construyen a partir de maderas que han sido reducidas a sus elementos fibrosos básicos y posteriormente reconstituidas para conseguir un material estable y homogéneo. El hecho de estar fabricado a partir de fibras de muy reducido tamaño, prácticamente polvo, permite que pueda ser tallada o fresada de manera similar a la madera maciza.

Son tableros de densidad media, que tienen ambas caras lisas y se fabrican mediante un proceso seco. (Ríos Reyes, s.f.).

MADERA PRENSADA O AGLOMERADA: Se obtiene a partir de pequeñas virutas o aserrín encoladas a presión en una proporción de 50% virutas y 50% cola. Por lo general se emplean maderas blandas por facilidad de trabajar con ellas. Se caracteriza por ser una madera barata y fácil de trabajar. Presenta una superficie lisa, es estable y consistente, pero se rompe con facilidad.

Las fibras de la madera aglomerada son pequeñas y están distribuidas de manera uniforme, lo que la convierte en un material adecuado para muchas aplicaciones, aunque tiene limitaciones en términos de resistencia a la humedad y al peso. (Ríos Reyes, s.f.).

MARCO LEGAL:

-Reglamentación parcial del Decreto Nacional 395/75, ley 20.429/73 sobre armas y explosivos: Esta ley establece las normas generales para la fabricación, importación, comercialización, adquisición, tenencia, registro, portación, uso, transporte y transferencia de armas de fuego, municiones y explosivos. Decreto 395/75 (armas), decreto 302/83 (pólvora), y todo/a subsiguiente que modifica parcialmente el mismo.

-ANMAC (Agencia Nacional de Materiales Controlados), dependiente hoy del Ministerio de Seguridad de la Nación, creada por ley 27.192 del 2015.

-Normas del Tiro Federal de Paraná: El Tiro Federal de Paraná cuenta con sus propias normas internas (de acuerdo al Manual de entidades de tiro-MET) que regulan el uso de sus instalaciones y la realización de pruebas de tiro, las cuales incluyen requisitos adicionales en cuanto a seguridad, control y documentación.

ESTADO DEL ARTE:

A partir del análisis de la literatura científica existente, que incluye estudios, trabajos de investigación, y artículos científicos relacionados con la temática del presente proyecto, es importante destacar que los antecedentes que se presentan a continuación no abordaron de manera específica el problema central de la investigación. Sin embargo, se consideraron pertinentes y se incorporaron debido a las similitudes encontradas en sus variables, instrumentos y metodología empleada, lo cual resultó relevante para el desarrollo del estudio actual.

-María Fernanda Ferreyro (2011, p. 35) presenta “Peritajes en Madera”, realizando pruebas de disparo empleando como material base muestras de madera, y, además, hizo uso de aquellos calibres más comunes, entre ellos el calibre .22 LR, con distintas puntas y velocidad. Con estos elementos, efectuó prácticas de tiro a no más de 10 metros con armas cortas, y a 100 metros con armas largas. Del estudio surgió que la madera se comporta acorde al tipo de unión que posean sus fibras, determinando además que las maderas puras y duras resisten el accionar de proyectiles, produciendo la deformación de las puntas y, como consecuencia, los orificios de salida (sí existen) son considerablemente grandes. Por otro lado, la medición del halo de enjugamiento permite establecer el diámetro del proyectil actuante y con ello estimar su calibre. Finalmente, en disparos realizados con armas largas y proyectiles de alta velocidad, las fibras de los bordes del orificio de entrada se revierten.

Esta investigación resultó interesante debido a la similitud en el material base, es decir, la madera, la cual fue de total importancia en el proyecto a realizar. Además, se realizó la ejecución de disparos con arma de fuego sobre dichas superficies. El examen plasmado, brindó una guía en la obtención de información con respecto al comportamiento de la madera al impactar o penetrar determinado proyectil.

- Cibrián Vidrió (2007, pág. 420), presenta “Impactos en estructuras metálicas” con armas de fuego y realizó pruebas que consistían en efectuar seis disparos con diferentes armas a una distancia de 10 metros, tres de ellos de manera perpendicular.

Este análisis fue mencionado ya que fue significativo para la guía del procedimiento de dicho proyecto, siendo similares en la presencia de impactos/penetraciones, pero difiriendo en el material de la superficie.

-Almada (2018), en el marco de la carrera Licenciatura en Criminalística de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos, presentó su proyecto final: "Impactos sobre yeso: comparación de características producidas por un arma de fuego y por un arma neumática", en el cual buscó determinar las características comparables entre los orificios provocados por un balín expulsado por un arma neumática y los producidos por un proyectil de un arma de fuego sobre una placa de yeso de 10 mm de espesor. En el mismo, se utilizó un arma de aire comprimido de 5,5 mm y un arma de fuego, siendo una carabina calibre .22 y diferentes tipos de munición. Además, en dicho trabajo, se usaron muestras de placas de yeso en las que se efectuaron cinco (5) disparos a una distancia de 5 metros, 10 metros, 15 metros, 20 metros y 25 metros, con ambas armas y con distintos tipos de munición en el cual se obtuvieron un total de 20 muestras de yeso para analizar. Finalmente concluyó que se pudo determinar la existencia, a nivel macroscópico, de ciertas disimilitudes en los impactos originados por un proyectil de arma de fuego y un balín de aire comprimido, sin embargo, a nivel microscópico, por la naturaleza del tipo de material utilizado como blanco, no se hallaron características relevantes para determinar el tipo de proyectil.

El proyecto me asistió en la información de características producidas por un proyectil disparado por un arma de fuego sobre una placa de yeso, aunque difiere la superficie, la utilización del arma de fuego y de las características dejadas por su proyectil en dicha superficie me brinda asesoramiento sobre cómo actuar en dicho procedimiento.

-Peñaranda, C. (2013) realizó una experiencia en donde "determinaba el ángulo de incidencia de un proyectil disparado por arma de fuego, a partir de los signos generados en el orificio de un blanco de acrílico, exponiendo que no se puede reconocer mediante el estudio aislado de los signos advertidos el ángulo de incidencia con el que ha sido generado el orificio en un blanco de acrílico por el paso de un proyectil disparado por arma de fuego calibre 9 mm".

Dicha experiencia fue citada debido a que se centra en los signos/efectos generados en acrílico por proyectiles de armas de fuego para determinar el ángulo de incidencia, y como en el

presente proyecto final se utilizó un ángulo de 90° tiene valor destacar los efectos generados en determinado ángulo, aunque difiera la superficie.

PROPUESTA METODOLÓGICA.

El presente trabajo de investigación obtuvo un enfoque cuantitativo deductivo, proporcionando herramientas y perspectivas para el análisis de los efectos provocados por proyectiles de metal de punta ojival truncada en las distintas superficies de maderas. Además, presentó un alcance descriptivo, un diseño prospectivo (se registraron datos según iban ocurriendo los fenómenos), transversal (se estudió en un determinado momento), y cuasi experimental (se manipularon intencionalmente determinadas variables, y se midió el efecto de la variable independiente, como el tipo de madera, el arma, la distancia de disparo, el ángulo de disparo, la munición, sobre la variable dependiente, es decir, los efectos producidos).

Los estudios cuasi-experimentales se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes.

Con respecto a los descriptivos, se refieren a decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno. Miden y evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno, describir es medir. En este tipo de estudios, se seleccionaron una serie de cuestiones y se midieron cada una de ellas independientemente, para describir lo que se investigaba (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista, 1998).

Se determina como unidad de análisis a los efectos generados en las diferentes superficies de madera por proyectiles de metal de punta ojival truncada 9mm disparados con un arma de fuego en condiciones controladas.

La técnica de muestreo fue no probabilística, ya que la muestra se eligió de forma intencional, por conveniencia, con base en los objetivos, diseño del estudio y la contribución que se esperaba realizar.

POBLACIÓN: es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. En este estudio la población abarcó todos los efectos observados en los orificios/penetraciones presentes en las distintas superficies de madera, provocados por proyectiles de metal de punta ojival truncada disparados por un arma de fuego 9mm, a 5 metros de distancia y con un ángulo de 90°.

MUESTRA: es una parte importante del estudio que debe ser cuidadosamente seleccionada para que los resultados sean válidos y generalizables. Estuvo conformada por los orificios realizados por los proyectiles de metal de punta ojival truncada disparados por un arma de fuego 9mm, a 5 metros de distancia, con un ángulo de 90°, en un total de tres (03) disparos por cada una de las siguientes superficies: una (01) porción de madera de pino de 25x25cm con espesor de 18mm, una (01) porción de madera de eucalipto de 25x25cm con espesor de 18mm, una (01) porción de madera de algarrobo de 25x25cm con espesor de 18mm, una (01) porción de madera de fibra o MDF de 25x25cm con espesor de 18mm, y una (01) porción de madera aglomerada de 25x25cm con espesor de 18mm.

DEFINICIÓN DE VARIABLES:

En el presente proyecto de investigación se contó con dos (02) variables, donde una fueron los efectos producidos en las diferentes superficies (cuantitativa-dependiente), y el tipo de superficie impactada/penetrada por proyectiles de metal de punta ojival truncada (cualitativa-independiente). Surgiendo de las mismas determinadas dimensiones, es decir, de la variable cualitativa-dependiente surge la forma (dimensión 1), los bordes (dimensión 2), las dimensiones del orificio/penetración (dimensión 3), presencia o ausencia de penetración (dimensión 4), y astillamiento de la superficie (dimensión 5), ya que los efectos producidos iban a depender del tipo de madera impactada o penetrada; Y de la variable cualitativa-independiente (las superficies de madera no dependieron de los efectos producidos sobre la misma), surgen los tipos de madera (dimensión 1), y el tipo de unión de fibra que presenta la madera (dimensión 2). Siendo así los indicadores de esta, los milímetros, que efectuaron un registro aproximado de las dimensiones de los orificios/penetraciones provocados por los proyectiles, la ficha de observación para redactar los efectos producidos, ayudándonos a sistematizarnos en el campo y no olvidar ninguna característica a destacar, y la fotografía para ilustrar lo documentado en el campo.

A. Variables dependientes (interés)(cuantitativa):

- Forma: se denomina forma a la zona que abarca la rotura (separación de fibras producto del daño). Los indicadores de esta variable fueron definidos conceptualmente (circular, ovoide, elíptica, rectangular, triangular, semicircular, e irregular).
- Bordes: se examinó la perforación/orificio teniendo en cuenta las agujas del reloj. Si el borde no presenta irregularidades se lo clasifica como definido; Si se observan pocas irregularidades, se lo menciona como predominantemente definido; Cuando se observan vértices o sectores rectos o angulosos en los bordes, se lo clasifica como dentado; Y predominantemente dentado cuando se visualizan sólo algunas irregularidades angulosas.
- Dimensiones: determinado por las dimensiones del eje identificado como "x" y el eje identificado como "y", según el sistema de ejes cartesianos.






- Perforación: se considera perforado si se atraviesa totalmente el blanco. De lo contrario se calificará como negativo.
- Astillamiento presente en el orificio.


B. Variables independientes (estáticas)(cualitativa):

- Arma de fuego, clasificada como pistola de doble (primer disparo) y simple acción (para los disparos sucesivos), con martillo externo, marca Thunder Pro Bersa (Argentina), modelo TPR9, con funcionamiento semi-automático, calibre 9x19mm Parabellum, N° de serie M55677, color negro y gris oscuro, con un largo total de 192mm, un alto total de 140 mm, y un ancho de la corredera de 25 mm, cargador de 17 cartuchos, fabricación nacional de la empresa Ramos Mejía-Argentina.

- Tipo de madera (Pino, eucalipto, algarrobo, MDF, aglomerada).
- Tipo de unión de las fibras de la madera (Rectas, entrelazadas, polvos, uniformes).
- Projectiles de metal con punta ojival truncada, calibre 9mm.
- Ángulo de posición de 90°.
- Distancia de disparo de 5 metros.

Para una mejor organización, se detallaron las condiciones que deben darse para la clasificación de cada variable, comenzando con las particularidades que se analizaron en la cara incidente o anterior de la superficie, como la forma (circular, ovoide, elíptica, rectangular, triangular, semicircular, irregular), los bordes, dimensiones, perforación, astillamiento; Y continuando con los detalles que se visualizaron en la cara posterior o saliente de la madera, como la forma del orificio de salida (circular, ovoide, elíptica, rectangular, triangular, semicircular, irregular), desprendimiento (total, parcial, ausencia), y dimensiones.

	<u>CARA INCIDENTE.</u>	
<u>FORMA</u>	<p><u>CIRCULAR:</u> determinada por la posición del eje horizontal con respecto al eje vertical, se corta uno con otro en el punto 0 y presentan la misma longitud, describiendo una figura geométrica circular.</p>	
	<p><u>OVOIDE:</u> se aprecia una forma de "huevo", y posee un eje mayor a otro, no se cortan en el punto 0 y se estrecha proporcionalmente hacia uno de sus extremos.</p>	
	<p><u>ELÍPTICA:</u> perforación en la cual se observa una curva simétrica cerrada, con un eje mayor a otro, el cual se corta en el punto 0.</p>	
	<p><u>RECTANGULAR:</u> forma de rectángulo. Aquella figura que presente ángulos rectos y lados contiguos desiguales.</p>	
	<p><u>TRIANGULAR:</u> forma de triángulo, aquella figura que presente tres lados y tres ángulos.</p>	

	<p><u>SEMICIRCULAR</u>: se asemeja a la mitad de un círculo, es decir, es una figura plana delimitada por un diámetro y la mitad de una circunferencia.</p>	
<p><u>BORDES</u></p>	<p>Se examinó la perforación teniendo en cuenta las agujas del reloj. Si el borde no presenta irregularidades se lo clasifica como definido; si se observan pocas irregularidades, se lo menciona como predominantemente definido; cuando se observan vértices o sectores rectos o angulosos en los bordes, se lo clasifica como dentado; y predominantemente dentado cuando se visualizan sólo algunas irregularidades angulosas.</p>	
<p><u>DIMENSIONES</u></p>	<p>Determinado por las dimensiones del eje identificado como "x" y el eje identificado como "y", según el sistema de ejes cartesianos.</p>	
<p><u>PERFORACIÓN</u></p>	<p>Determinada por el orificio de entrada y el orificio de salida, es decir, se considera perforado si se atraviesa totalmente el blanco. De lo contrario se calificará como negativo.</p>	
<p><u>ASTILLAMIENTO</u></p>	<p>Las fuerzas superan la resistencia del material, lo que provoca que la madera se rompa en pequeños trozos o astillas.</p>	

<u>CARA SALIENTE.</u>	
<u>ORIFICIO DE SALIDA</u>	<u>FORMA:</u> se lo clasificó de acuerdo al aspecto observado en la periferia externa del orificio de salida, similar a las características visualizadas en la forma del daño de la cara incidente.
	<u>CIRCULAR:</u> figura geométrica circular.
	<u>OVOIDE:</u> forma irregular o de "huevo".
	<u>ELÍPTICA:</u> se observa una curva simétrica cerrada, con un eje mayor a otro.
	<u>RECTANGULAR:</u> aquella que presente ángulos rectos y lados continuos desiguales.
	<u>TRIANGULAR:</u> forma de triángulo, aquella figura que presente tres lados y tres ángulos iguales.
	<u>SEMICIRCULAR:</u> se asemeja a la mitad de un círculo, es decir, es una figura plana delimitada por un diámetro, y la mitad de una circunferencia.
	<u>IRREGULAR:</u> casos en los que no se defina la forma del orificio de salida.
<u>DESPRENDIMIENTO</u>	<p><u>TOTAL:</u> si existe en el sector saliente del orificio, el faltante completo del material, es decir, si las paredes del cráter son lisas y llanas.</p> <p><u>PARCIAL:</u> si no se desprendió por completo el material en la zona saliente del orificio, observándose rugosidades.</p> <p><u>SIN DESPRENDIMIENTO:</u> donde no se visualice pérdida del material.</p>
<u>DIMENSIONES</u>	Determinado por las dimensiones del eje identificado como "x" y el eje identificado como "y", según el sistema de ejes cartesianos.

SELECCIÓN DE ELEMENTOS:

Elección del arma: Para la realización de este trabajo de investigación, y para la ejecución de los disparos, se utilizó un arma de fuego tipo pistola semiautomática calibre 9 mm, marca Bersa producida por la empresa armera argentina Bersa S.A. en la fábrica de Ramos Mejía.

FIGURA 1. Pistola semiautomática.

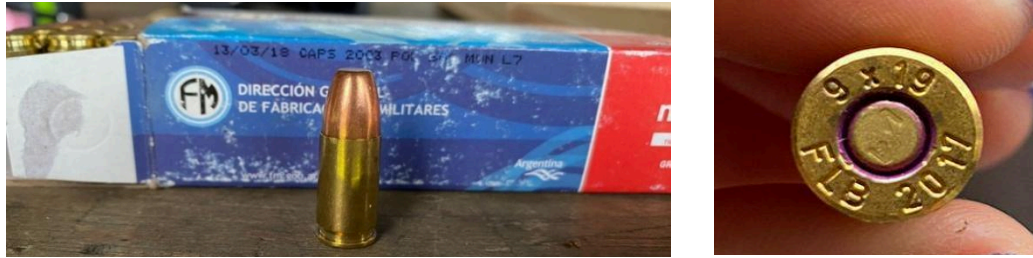


Elección de las municiones, fueron elegidas las siguientes:

-Fabricada por la Dirección Nacional de Fabricaciones Militares (FM) Argentina, calibre 9mm Parabellum, con carga de 147gains (GR), de punta ojival truncada (OT).

FIGURA 2. Balas 9x19 Parabellum.





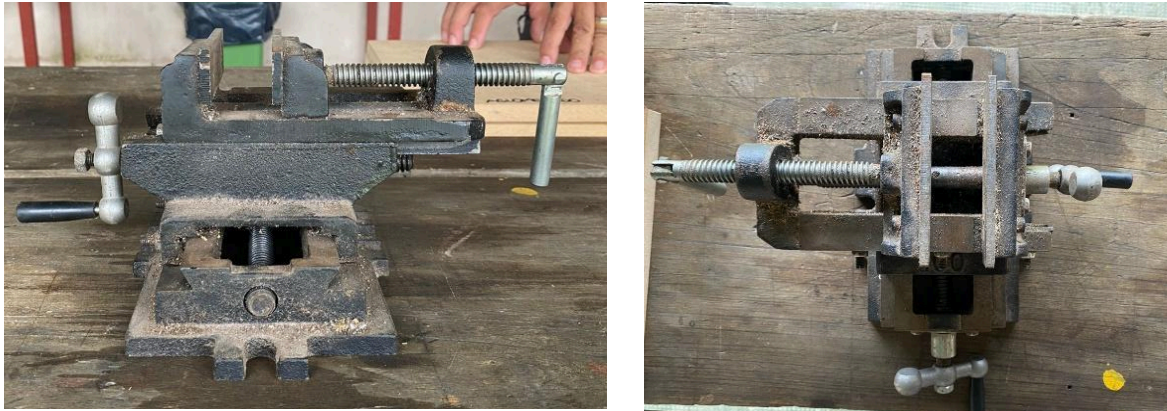
Elección de las superficies de impacto: se tuvieron en cuenta los materiales más comunes que uno puede encontrar en una casa/vivienda/calle, como los diferentes tipos de madera (pino, eucalipto, algarrobo, MDF, aglomerada).

FIGURA 3. Superficies de madera.



Elección del soporte para las superficies de impacto: se utilizó una prensa de hierro de color negra, la cual proporcionó una plataforma estable y fiable para las pruebas de impacto.

FIGURA 4. Soporte.



Elección de la distancia de disparo: Se estableció una distancia de cinco (05) metros para la ejecución de los disparos. Esta elección se fundamenta en la necesidad de estandarizar las condiciones experimentales, permitiendo una comparación rigurosa y consistente de los efectos balísticos entre los distintos tipos de maderas.

FIGURA 5. Distancia.



Elección del ángulo de disparo: Se ha seleccionado un ángulo de 90° para ejecutar los disparos, debido a que este permite maximizar la precisión y estabilidad. Un ángulo recto asegura que la fuerza aplicada esté distribuida de manera uniforme, lo que minimiza desviaciones y mejora la efectividad del disparo. Además, este ángulo facilita la alineación correcta con el objetivo, garantizando un impacto directo y controlado.

Cronógrafo balístico: se utilizó un cronógrafo para armas, el cual es un instrumento de medición usado para medir la velocidad de un proyectil en vuelo, disparado con un arma de fuego.

FIGURA 6. Cronógrafo balístico.



Calibre de Vernier de acero: el mismo es marca "Hicen", de 150 mm, y se utilizó para medir el diámetro/dimensión interior de los orificios provocados en los distintos tipos de maderas por los proyectiles de metal con punta ojival truncada de 9mm.

FIGURA 7. Calibre vernier.



Lupa Cuenta Hilos Galileo: fue utilizada para una mejor visualización de los orificios, teniendo un aumento de 20X, luz led y escala plegable.

FIGURA 8. Lupa cuenta hilos 20X.



DIA DEL MUESTREO- jueves 8 de mayo de 2025:

En primer lugar, para el desarrollo de la experiencia, nos reunimos en el Tiro Federal de Paraná, ubicado en calle Lisandro de la Torre 580 de la ciudad de Paraná, Entre Ríos, junto al Director y Co-Director del Proyecto, con los elementos necesarios, los cuales constan de veinte (20) proyectiles de metal de punta ojival truncada de 9mm, cinco (05) tipos diferentes de superficies de maderas, contando con dos (02) de cada tipo, y teniendo todas una medida de 25x25cm y espesor de 18mm, además, también contábamos con un arma de fuego marca Thunder Pro Bersa, calibre 9x19mm, una prensa para sostener las maderas en un ángulo de 90°, un cronógrafo balístico, y una ficha de observación (Tabla 1).

Inicialmente se comenzó realizando un disparo, utilizando el cronógrafo balístico, para informarnos de la velocidad de los proyectiles a utilizar, y se procedió seguidamente con una prueba preliminar con el objetivo de evaluar la resistencia y comportamientos de los diferentes tipos de madera a los disparos con dichos proyectiles.

Con el arma Thunder Pro Bersa calibre 9x19mm, modelo TPR 9, con N° de serie M55677, y proyectiles de metal de punta ojival truncada, el Instructor de Tiro a cargo del Tiro Federal, efectuó un disparo inicial central a la madera de pino, colocada en la prensa, a una distancia de cinco (05) metros y un ángulo de 90°, determinando comportamiento y resistencia de la misma, realizando posteriormente así, la misma acción con los demás tipos de maderas, es decir, del tipo eucalipto, algarrobo, MDF, y aglomerada.

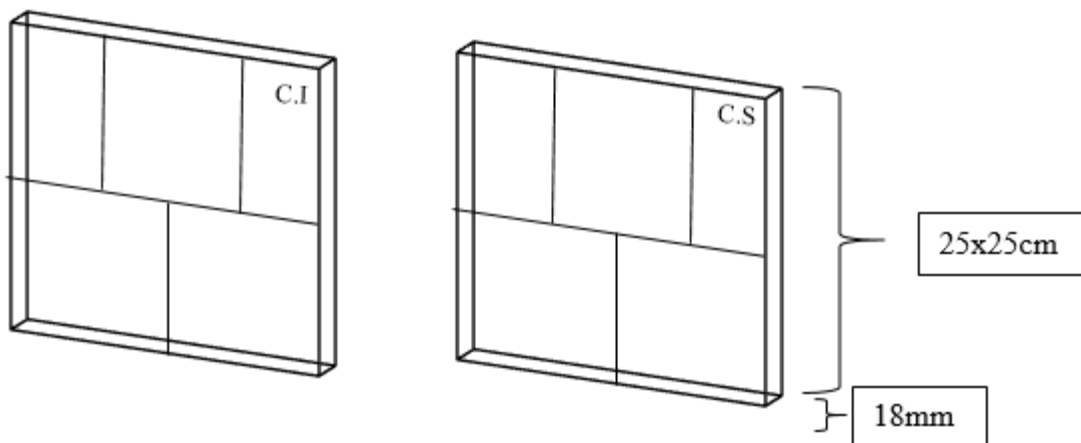
De los resultados de esta prueba preliminar, se demostró que es posible realizar múltiples disparos en muestras de maderas de 25x25cm y 18mm de espesor, en varios tipos de maderas, como pino, eucalipto, algarrobo, MDF, aglomerada.

Consecutivamente, con los segundos trozos de los mismos tipos de maderas, los cuales se encontraban nombradas según su tipo, y divididas con una fibra de color negro en tres (03) cuadrículas de igual tamaño, tanto en su cara incidente como saliente, se efectuaron los disparos dentro de cada cuadrado sobre la cara incidente, prosiguiendo seguidamente de igual manera con los demás tipos.

A medida que se fueron ejecutando los disparos, los mismos se enumeraron con una fibra de color azul en números romanos, para una mejor organización en las fotografías como en los análisis de resultados.

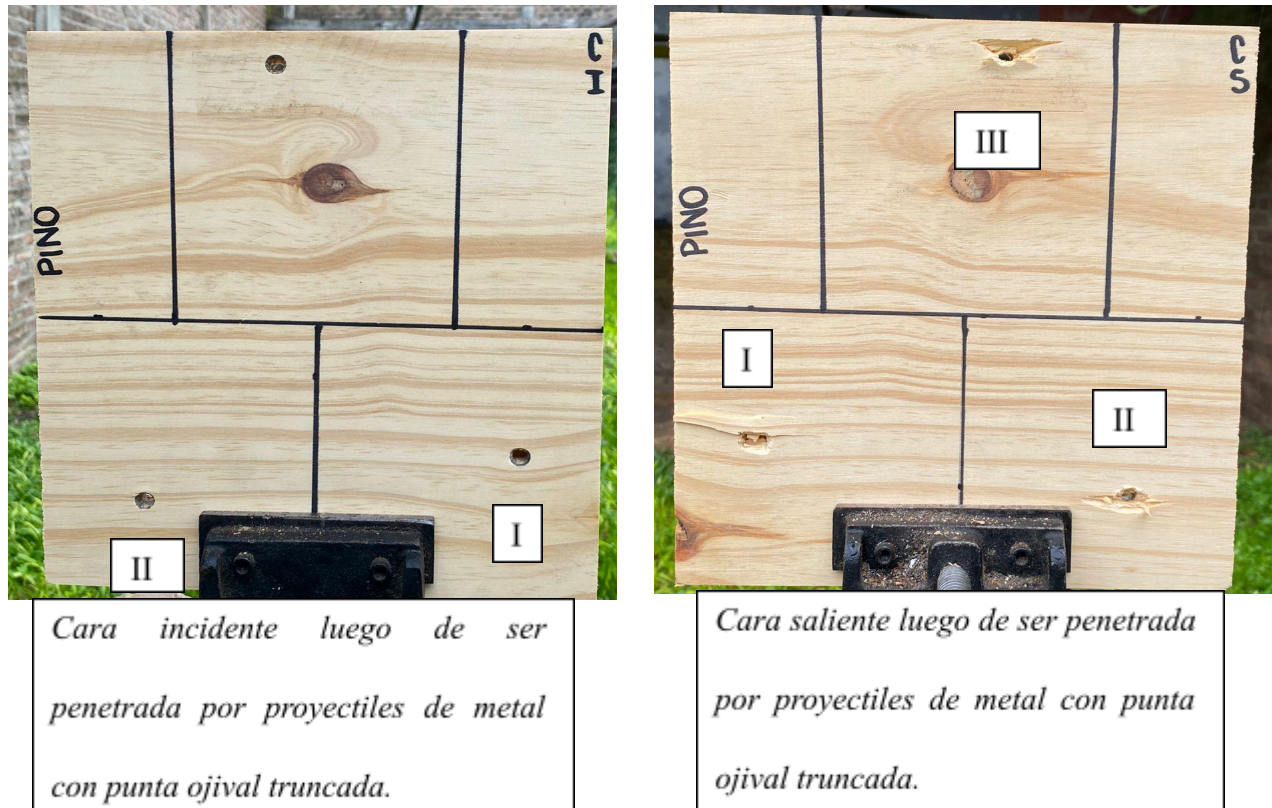
Durante el proceso, se implementó una metodología de fotografiado para registrar visualmente cada fase de la prueba. Las fotografías se tomaron antes, durante y después de cada disparo, con luz natural, capturando el estado inicial de las maderas, los impactos en tiempo real y los resultados finales de cada prueba, utilizando la cámara de un celular, modelo iPhone 11, de alta resolución. Además, mediante un análisis más minucioso fue utilizada y completada la ficha de observación. (tabla 1).

FIGURA 9. Formato ilustrativo de cuadrícula depositada sobre los soportes, tanto en cara incidente, como saliente:



1° Madera-Pino: con el arma de fuego utilizada, sobre la cara incidente de la madera colocada en la prensa, y ya dividida con una fibra de color negro en cuadrículas de igual tamaño, ubicada en distancia y ángulo correcto (cinco metros y 90°), se efectuaron los tres (03) disparos con proyectiles de metal de punta ojival truncada, para seguidamente visualizar los orificios/penetraciones provocados, enumerar los mismos y tomarles fotografías generales en el lugar de la acción mencionada.

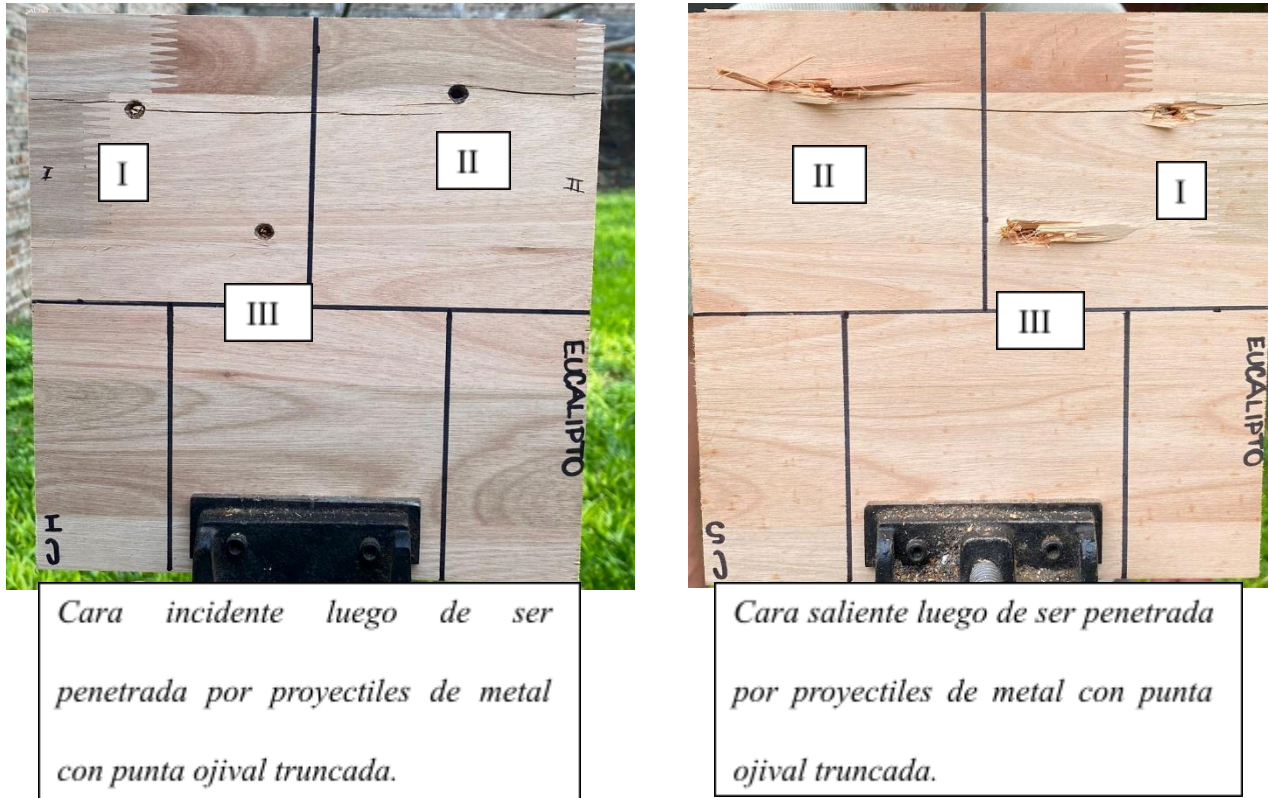
FIGURA 10. Madera de pino con tres disparos.



En este caso, en los tres (03) orificios el proyectil atravesó la superficie de la madera con gran precisión de manera limpia, causando una salida violenta con presencia de astillamiento.

2° Madera-Eucalipto: con el arma de fuego Thunder Pro Bersa, calibre 9x19mm, sobre la cara incidente de la madera colocada en la prensa, y también dividida con fibrón en cuadrículas, ubicada en distancia y ángulo correcto (cinco metros y 90°), se efectuaron la misma cantidad de disparos con proyectiles de metal de punta ojival truncada, para seguidamente visualizar los orificios/penetraciones provocados, enumerar los mismos y tomarles fotografías generales.

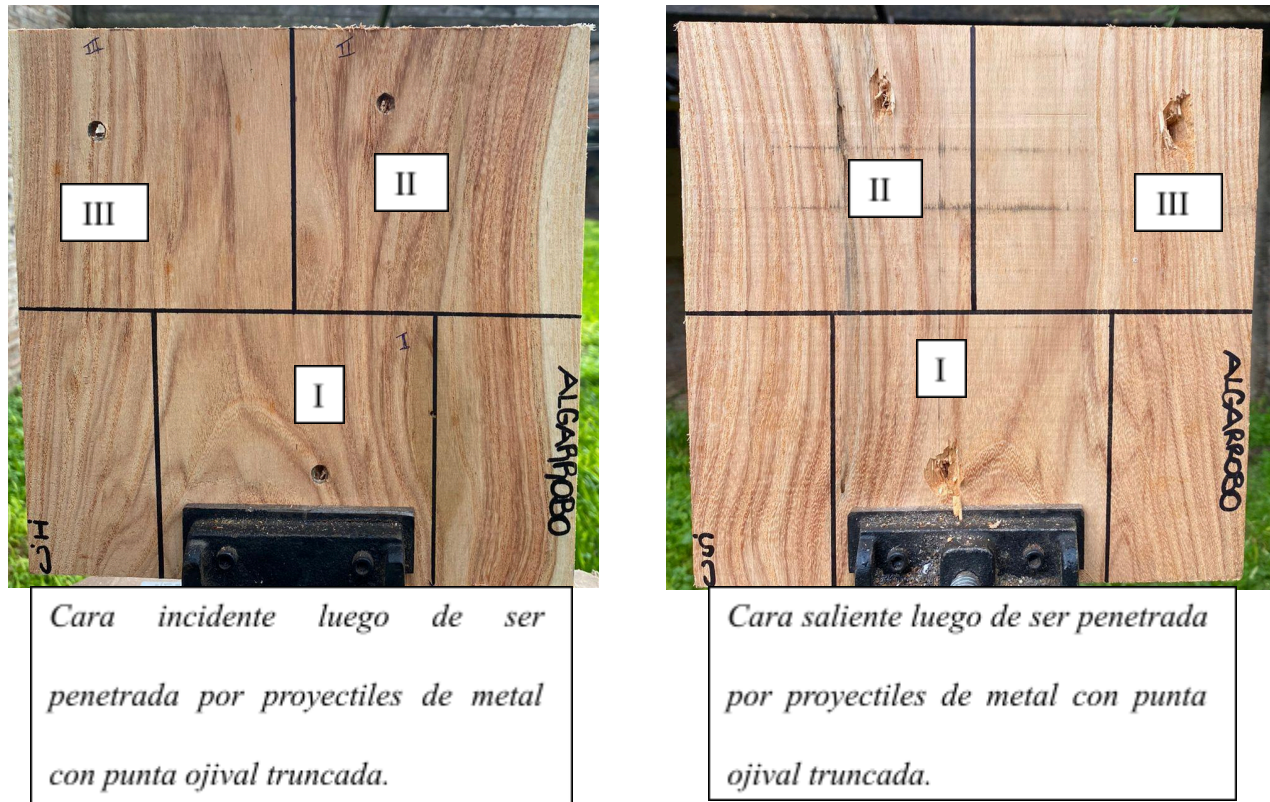
FIGURA 11. Madera de eucalipto con tres disparos.



En este caso, al igual que en la superficie anterior, en los tres (03) orificios el proyectil atravesó la superficie de madera, pero a diferencia, en esta superficie se observó un daño considerable en la misma, como astillamiento, roturas alrededor de las penetraciones, y una grieta.

3° Madera-Algarrobo: con el arma de fuego utilizada para la investigación, sobre la cara incidente de la madera colocada en la prensa, dividida con una fibra en cuadrículas de igual medida, ubicada en distancia y ángulo correcto (cinco metros y 90°), se efectuaron los tres (03) disparos con los proyectiles mencionados, para luego visualizar los orificios/penetraciones provocados, enumerar los mismos y tomarles fotografías generales en el lugar de la acción mencionada.

FIGURA 12. Madera de algarrobo con tres disparos.



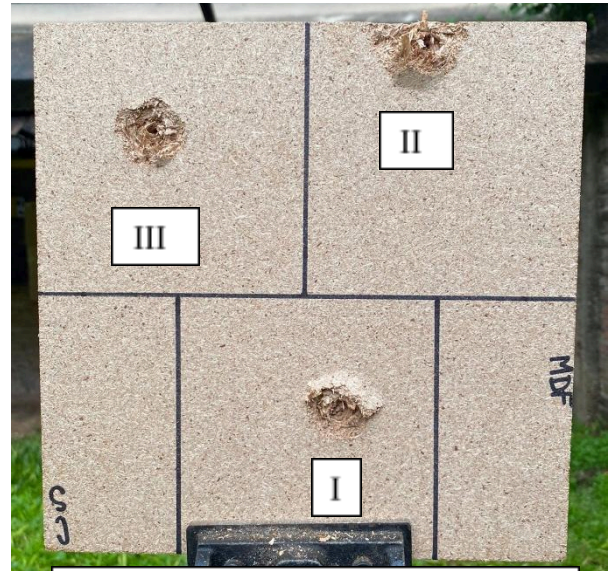
En este tipo de superficie, de los tres (03) orificios, en el primero se observó mayor desfibramiento, no teniendo una perforación limpia. El segundo y tercer orificio se observaron más limpios luego del paso del proyectil, teniendo menor presencia de astillado y desfibramiento.

4° Madera-MDF: con el arma de fuego anteriormente mencionada, sobre la cara incidente de la madera colocada en la prensa, previamente dividida con una fibra en cuadrículas, ubicada en distancia y ángulo correcto (cinco metros y 90°), se efectuaron los tres (03) disparos con los proyectiles de punta ojival truncada, para luego visualizar los orificios/penetraciones provocados, enumerar los mismos y tomarles fotografías generales en el lugar de la acción mencionada.

FIGURA 13. Madera MDF con tres disparos.



Cara incidente luego de ser penetrada por proyectiles de metal con punta ojival truncada.

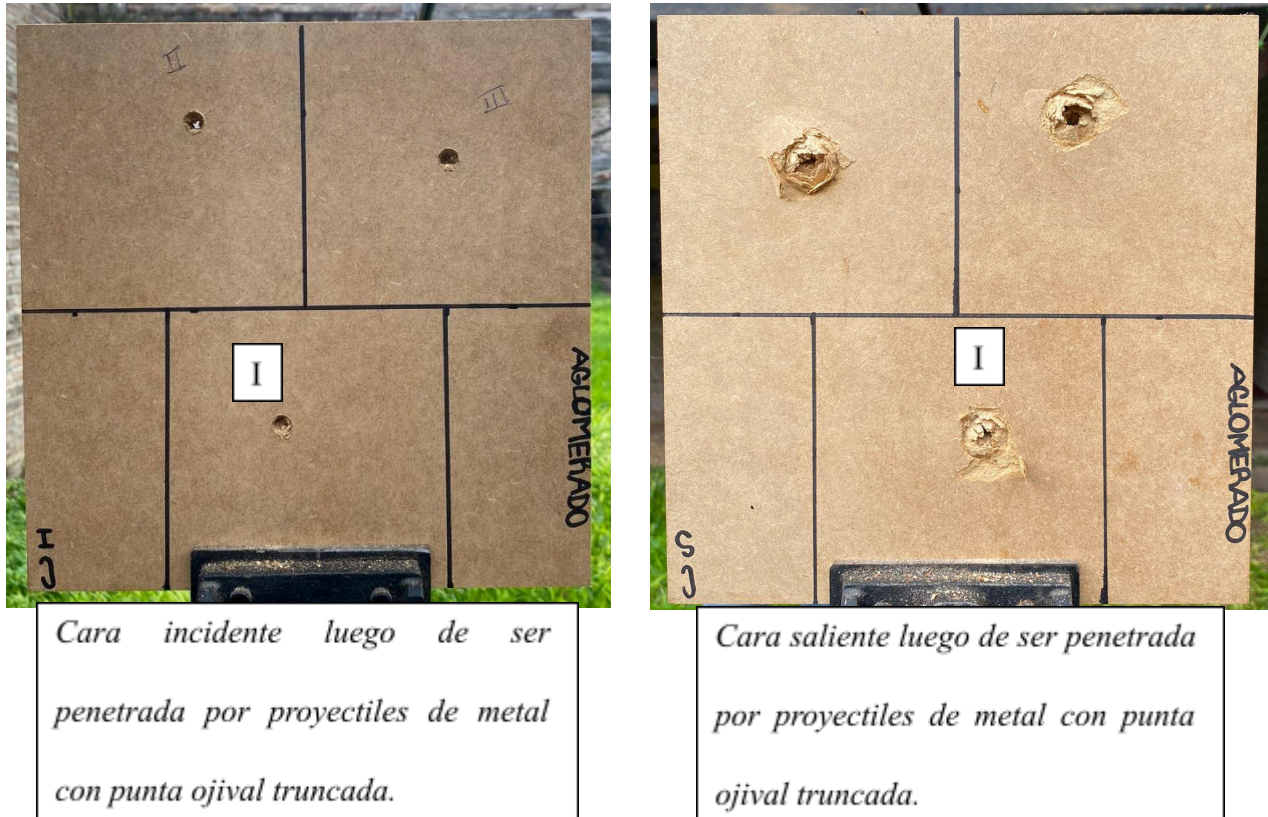


Cara saliente luego de ser penetrada por proyectiles de metal con punta ojival truncada.

En este tipo de superficie, se observaron en los tres (03) orificios un gran desfibramiento, sin perforación limpia, no permitiéndose visualizar a través del orificio.

5° Madera-Aglomerado: con el arma de fuego ya utilizada, sobre la cara incidente de la madera colocada en la prensa, dividida con fibròn en cuadrículas, ubicada en distancia y ángulo correcto (cinco metros y 90°), se efectuaron los tres (03) disparos con los proyectiles mencionados, para luego visualizar los orificios/penetraciones provocados, enumerar los mismos y tomarles fotografías generales en el lugar de la acción mencionada.

FIGURA 14. Madera aglomerada con tres disparos.



En este caso, el primer y segundo orificio presentaron menor desfibramiento, teniendo una perforación limpia, a excepción del tercero, el cual presentó una perforación con presencia de gran desfibramiento, no permitiendo la visualización a través del mismo.

Al finalizar la prueba muestreo, se resguardaron las distintas superficies de madera en una caja de cartón, debidamente separadas unas de otras para evitar roces y nuevas improntas entre estas, para trasladarlas y realizar un análisis más minucioso a diferentes ángulos, con luz blanca rasante y luz ultravioleta (UV), con la ayuda de una lupa cuentahilos, y un calibre.

También, se realizó una tabla de datos comparativa de los efectos encontrados en las mismas, resaltando la moda (buscando la característica/efecto que más se repite), la mediana (la característica/efecto encontrada medianamente), efectuando entrecruzamientos de datos, interpretaciones, vinculaciones, relaciones (bordes con forma), e ilustrando con gráficos los datos obtenidos.

Todo ello, se analizó para poder dar respuesta a la pregunta que motivó esta investigación.

RESULTADOS

A continuación, se exhiben los resultados, donde se tuvieron en cuenta las características dejadas en los diferentes orificios de las maderas penetradas por proyectiles de metal con punta ojival truncada a cinco (05) metros de distancia y con un ángulo de 90°.

Una vez culminada la prueba de muestreo, se observaron minuciosamente las características puntuales y particulares con luz blanca rasante y luz ultravioleta:

-Madera de Pino:

Orificio 1: En su cara incidente presentó una forma elíptica horizontal, ya que se apreció una curva simétrica cerrada, con el eje horizontal mayor que el eje vertical, midiendo el primero 8,40mm y el segundo mencionado 6,75mm, cortando en el punto 0. Su borde se calificó como predominantemente definido, ya que el orificio tuvo una forma definida, pero presentó en algunas zonas interrupciones leves. Observándose además ausencia de astillamiento/desprendimiento de la superficie impactada, es decir, bordes limpios.

En su cara saliente el orificio exhibió una forma aproximadamente rectangular, con borde predominantemente dentado, caracterizado por astillamiento irregular y desprendimiento de fibras. Sus dimensiones fueron de en el eje horizontal (X) 11,60mm, y 7mm en eje vertical (Y), y desprendimiento parcial de fibras, con astillas aún unidas al material.

Orificio 2: En su cara incidente, este obtuvo las mismas características que el orificio anterior, con presencia de forma elíptica horizontal, pudiéndose deber a la dirección de las fibras de la madera, ya que las mismas se encuentran ubicadas de manera horizontal al momento del paso del proyectil. Bordes predominantemente definidos, dimensiones de 8,40mm en el eje horizontal y 7 mm en eje vertical, positiva perforación, y sin presencia de astillamiento.

Su cara saliente, asumió forma circular con dimensiones de 7 mm en el eje X, como en el eje Y, con bordes dentados, debido a la presencia de fibras de madera rasgadas y levantadas, clasificándose como astillamiento/desprendimiento total.

Orificio 3: Presentó en su cara incidente forma circular, con dimensiones de 8mm en eje horizontal, como en el eje vertical, con borde predominantemente definido, ya que no se observó astillamiento extenso e irregularidades pronunciadas.

En su cara saliente, el orificio conservó forma ovoide debido a su eje horizontal mayor de 7mm, y su eje vertical menor de 3,50mm, estrechándose proporcionalmente hacia el extremo izquierdo, con borde predominantemente dentado. La clasificación de astillamiento/desprendimiento fue total.

-Madera de Eucalipto:

Orificio 1: Su cara incidente mostró una forma ovoide, con su extensión con inclinación hacia el lado izquierdo del observador, midiendo el eje horizontal 5,65 mm, y el eje vertical 7,55 mm. Su borde se calificó como predominantemente dentado, ya que determinados bordes inmediatos del orificio fueron irregulares, con astillas y pequeños picos. Observándose la presencia de astillamiento/desprendimiento parcial de la superficie impactada, ya que presenta leve astillamiento alrededor de todo el parámetro del orificio, fibras rotas y levantadas. En este tipo de madera, el orificio causó una ruptura longitudinal de la superficie impactada, facilitada por la dirección horizontal de sus fibras.

En el orificio saliente, se presencié una forma elíptica horizontal, con medidas de 8,30mm en eje horizontal (X), y 4 mm en eje vertical (Y), con bordes dentados, extremadamente irregulares, con numerosas astillas, picos de madera sobresaliendo, y fibras desgarradas alrededor de toda la apertura del orificio. Teniendo astillamiento/desprendimiento total de fibras. También se observó la ruptura longitudinal marcada y extensa provocada por el proyectil al atravesar la cara incidente.

Orificio 2: Su cara incidente, adquirió forma circular, con dimensión de 6,30 mm en eje X, y en eje Y, con bordes predominantemente dentados, perforación positiva, y astillamiento parcial, debido a que hay un desprendimiento evidente en algunas secciones del borde, no siendo tan extensas y profundas como en otro casos, concentrándose el daño mayormente en el contorno inmediato del orificio.

En su cara saliente, el orificio presentó una forma irregular/indefinida, habiendo un punto central oscuro que presenta una perforación, el daño es extenso y desorganizado que la forma no pudo ser definida, al igual que sus dimensiones. Sus bordes son dentados, extremadamente irregulares, con numerosas astillas sobresalientes, y fibras desgarradas alrededor de todo el orificio. Se presenció astillamiento/desprendimiento total de fibras.

Orificio 3: Este orificio de entrada adquirió forma circular, dimensión de 5,85mm, con bordes predominantemente dentados, y con astillamiento/desprendimiento parcial, al igual que los anteriores orificios de entrada provocados en este tipo de superficie. No causando en este orificio ninguna ruptura longitudinal de la superficie impactada.

El orificio de salida, tuvo forma ovoide con inclinación hacia lado superior izquierdo, con medida del eje X de 5,80mm, y del eje Y 1,80 mm, con bordes dentados, y astillamiento total, siendo masivo y abarcando gran área alrededor del punto de impacto. Las fibras de la madera se observaron completamente desorganizadas, desgarradas y levantadas en múltiples capas, provocando en este caso una ruptura longitudinal no tan extensa como en los dos orificios anteriores, pero marcada.

-Madera de Algarrobo:

Orificio 1: En su cara incidente presentó una forma elíptica vertical, ya que se apreció una curva simétrica cerrada, con el eje horizontal mayor que el eje vertical, midiendo el primero 5,65 mm y el segundo mencionado 7mm, cortando en el punto 0. Su borde se calificó como predominantemente dentado, ya que el orificio posee algunas zonas con picos. Observándose además ausencia de astillamiento/desprendimiento de la superficie impactada, es decir, bordes limpios.

En su cara saliente el orificio exhibió una forma irregular, con borde dentado, caracterizado por astillamiento/desprendimiento total de fibras.

Orificio 2: En su cara incidente, este posee la misma forma que el orificio anterior, es decir, elíptica vertical, pero con bordes definidos, con dimensión de orificio de 5,70 mm en el eje horizontal y 7,60 mm en eje vertical, positiva perforación, y sin presencia de astillamiento.

Su cara saliente, asumió forma ovoide con dimensiones de 3,80 mm en el eje X, y 8,70mm en el eje Y, con bordes dentados, debido a la presencia de fibras de madera deterioradas y levantadas, clasificándose como astillamiento/desprendimiento total.

Orificio 3: Presentó en su cara incidente forma circular, con dimensiones de 5,50mm en sus ejes, con borde predominantemente dentado, no observándose astillamiento/desprendimiento de fibras.

En su cara saliente, el orificio conservó forma elíptica vertical, debido a su eje vertical mayor de 9mm, y su eje horizontal menor de 4,40mm, con borde dentado, visualizándose grandes irregularidades. La clasificación de astillamiento/desprendimiento fue total.

-Madera MDF:

Orificio 1: Su cara incidente, adquirió forma circular, medidas dimensionales de 6,55mm, con bordes dentados, debido a la distribución de las fibras de la superficie impactada, perforación positiva, como en todos los orificios a observar, y astillamiento parcial.

En su cara saliente, el orificio presentó una forma irregular indefinida, no permitiendo la colocación del calibre para realizar mediciones correspondientes, sus bordes son dentados, extremadamente irregulares, con numerosas astillas sobresalientes, y fibras desgarradas alrededor de todo el orificio. Se presenció astillamiento/desprendimiento total de fibras.

Orificio 2: Su cara incidente, obtuvo las mismas características que el primer orificio, forma circular, con dimensión de 7 mm, con bordes dentados, perforación positiva, y astillamiento parcial.

En su cara saliente, también adquirió las mismas características que el orificio anteriormente provocado, es decir, una forma irregular/indefinida, habiendo un punto central oscuro que presenta una perforación, el daño es extenso y desorganizado que la forma no pudo ser definida. Sus bordes fueron dentados, con numerosas astillas sobresalientes, y fibras desgarradas alrededor de todo el orificio. Se presenció astillamiento/desprendimiento total de fibras.

Orificio 3: En su cara incidente presentó una forma ovoide con estrechamiento hacia el lado derecho del observador, midiendo el eje horizontal y mayor 7,50mm y el eje vertical 6mm. Su borde se calificó como dentado, ya que posee interrupciones y picos constantes. Observándose además parcial astillamiento/desprendimiento de la superficie impactada.

En su cara saliente el orificio, al igual que los dos orificios anteriormente descritos, adquirió forma indefinida, provocando impedimento para la utilización del objeto de medición (calibre vernier), observándose bordes dentados, y con total desprendimiento de fibras.

-Madera Aglomerada:

Orificio 1: En su cara incidente, se presentó una forma circular, con dimensión del eje X como Y de 7 mm. Sus bordes predominantemente definidos, positiva perforación, y sin presencia de astillamiento/desprendimiento de fibras.

Su cara saliente, asumió forma irregular, pudiéndose clasificar con forma de estrella, con bordes dentados, y clasificándose como astillamiento/desprendimiento total.

Orificio 2: Este tuvo una forma elíptica vertical, con dimensión de 4 '40 mm en eje X, y 5' 45 mm en eje Y, borde predominantemente dentado, con ausencia de astillamiento.

Su cara saliente, presentó forma ovoide hacia abajo, con borde dentado, midiendo su eje X 6 '65 mm, y su eje Y 7' 00mm, además, con total desprendimiento de astillas.

Orificio 3: Su cara incidente adquirió forma irregular, con bordes definidos, y ausencia de astillamiento. Su cara saliente, forma ovoidal, con extensión hacia abajo, bordes dentados, al igual que los dos orificios de salida mencionados recientemente, con dimensión de 7'00mm en el eje X, y 6'00mm en el eje Y, y total desprendimiento de astillas.

A continuación se adjuntó la tabla con los resultados obtenidos, es decir, con las características observadas presentemente en los orificios provocados en las distintas superficies de maderas, con proyectiles de metal con punta ojival truncada, disparados a cinco (05) metros de distancia y con un ángulo de 90°.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Se ilustraron, de manera detallada y visual los resultados obtenidos sobre las distintas superficies de maderas, con luz artificial blanca, como con luz ultravioleta.

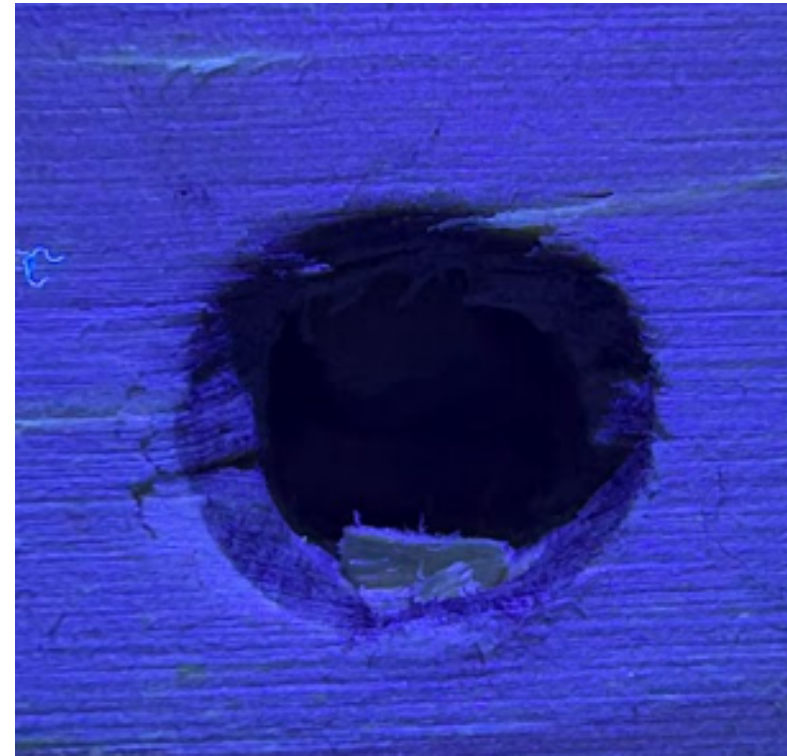
FIGURA 15.

Primer orificio de entrada de la madera de pino (figura 10).

Luz blanca artificial.

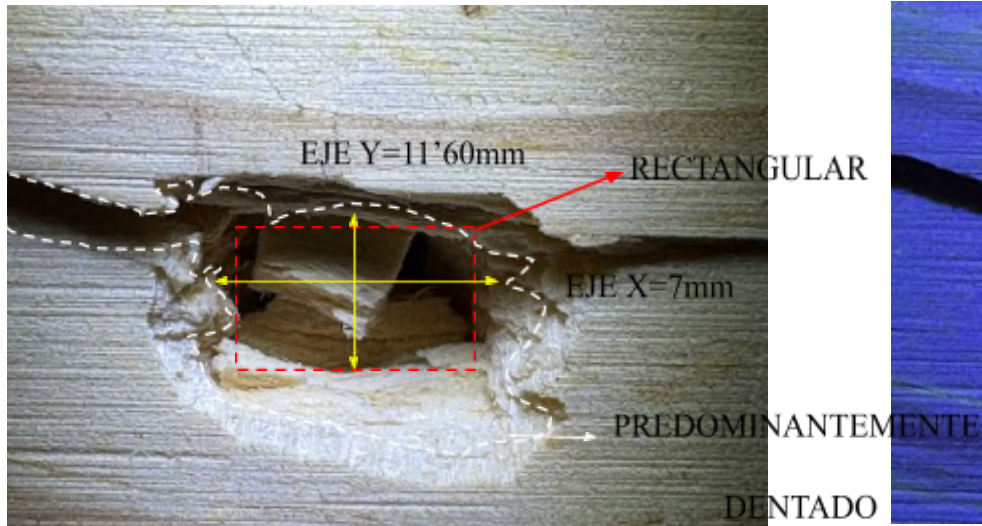


Luz ultravioleta.



Primer orificio de salida de la madera de pino.

Luz blanca artificial.



Luz ultravioleta.

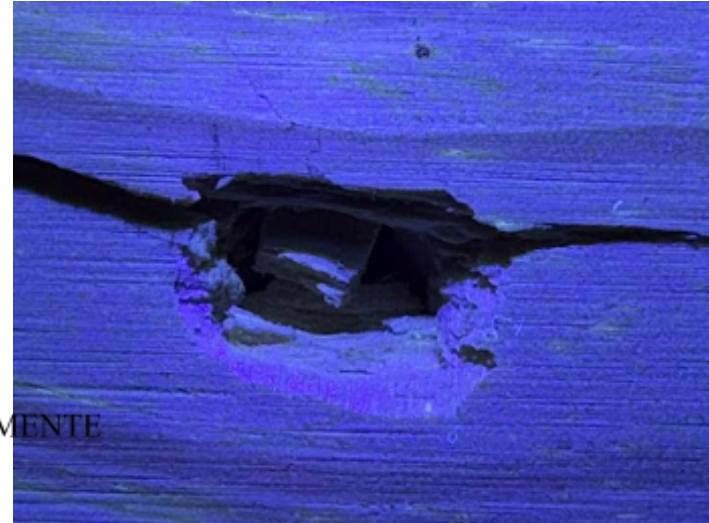
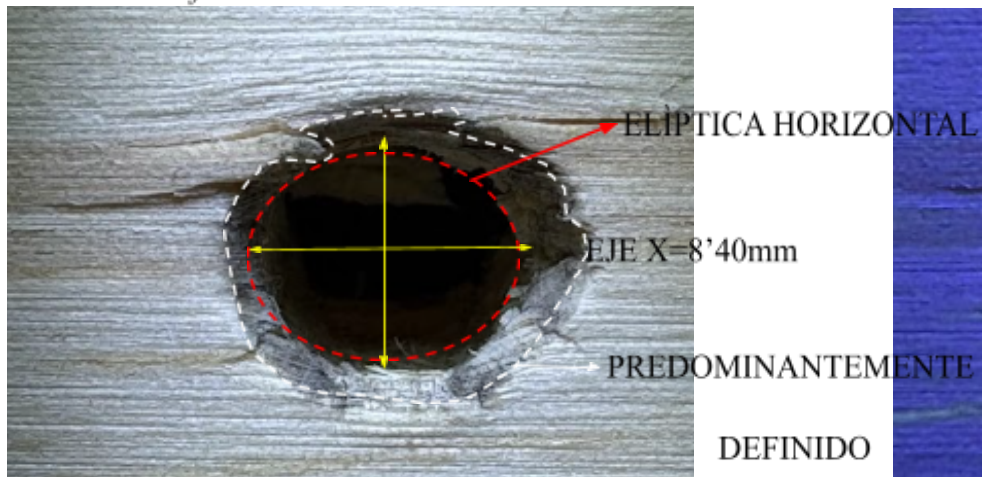


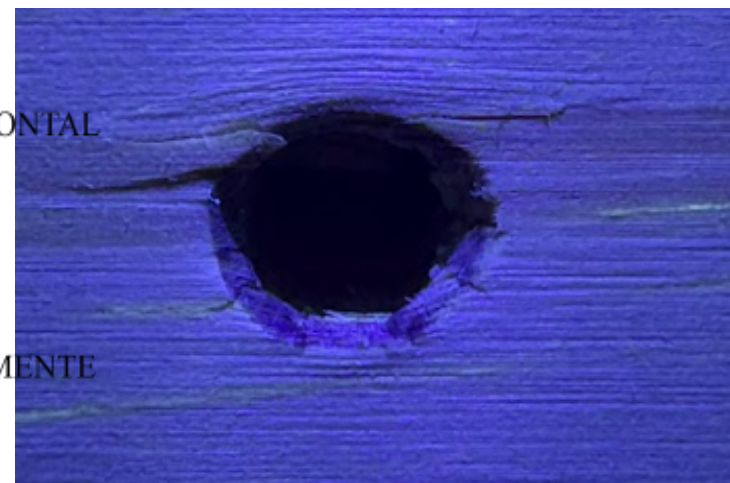
FIGURA 16.

Segundo orificio de entrada de la madera de pino.

Luz blanca artificial.

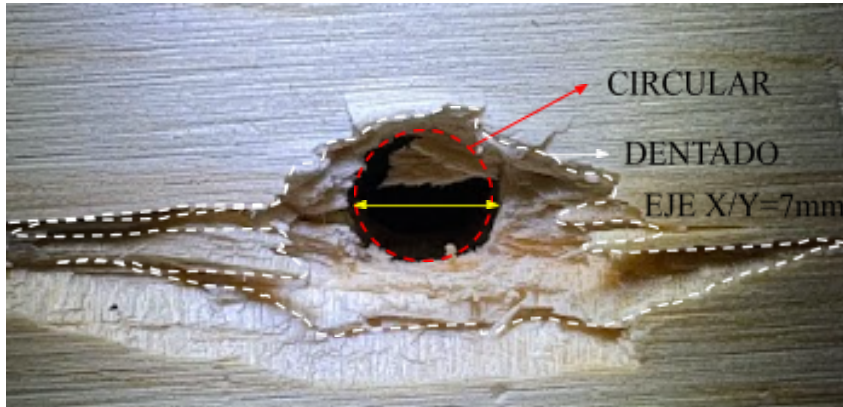


Luz ultravioleta.



Segundo orificio de salida de la madera de pino.

Luz blanca artificial.



Luz ultravioleta.

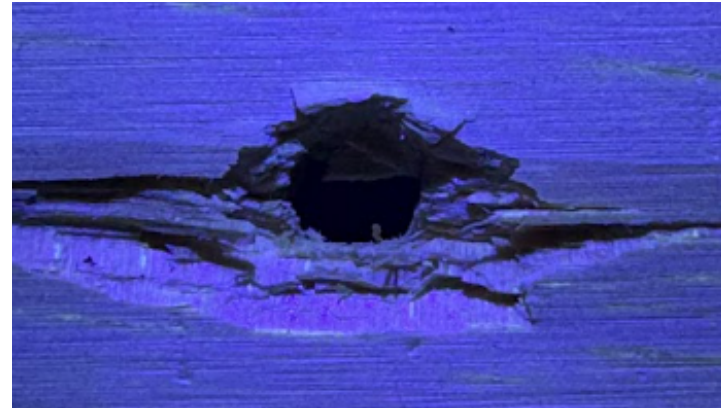
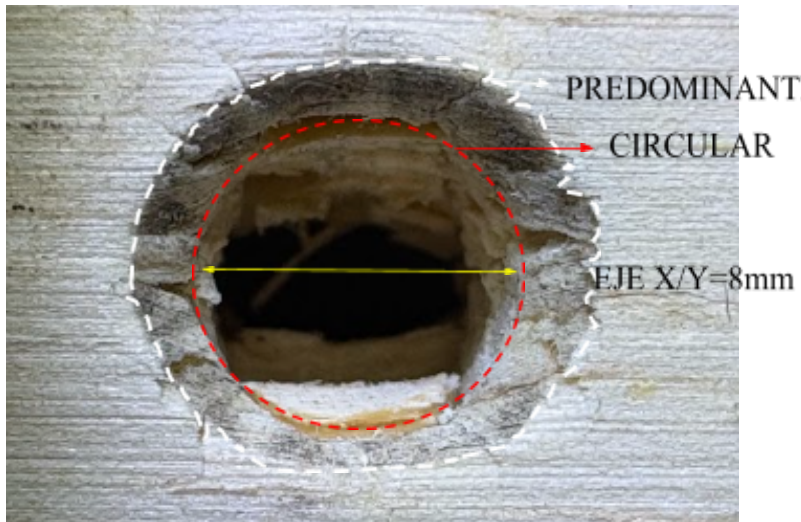


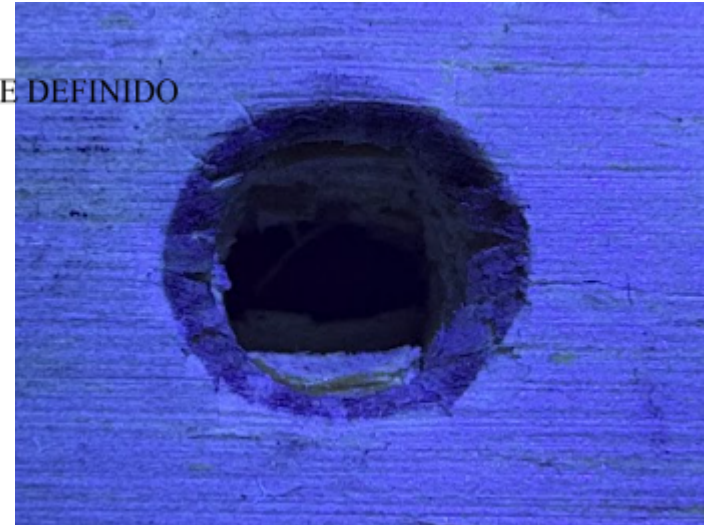
FIGURA 17.

Tercer orificio de entrada de la madera de pino.

Luz blanca artificial.

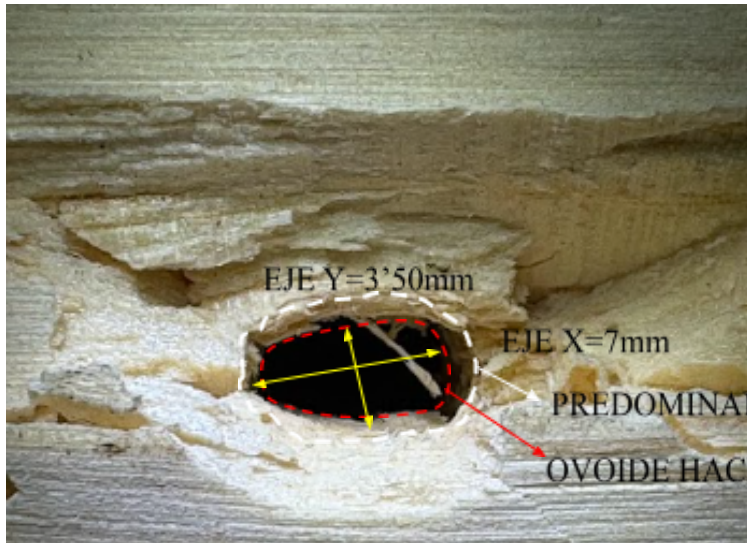


Luz ultravioleta.



Tercer orificio de salida de la madera de pino.

Luz blanca artificial.



Luz ultravioleta.

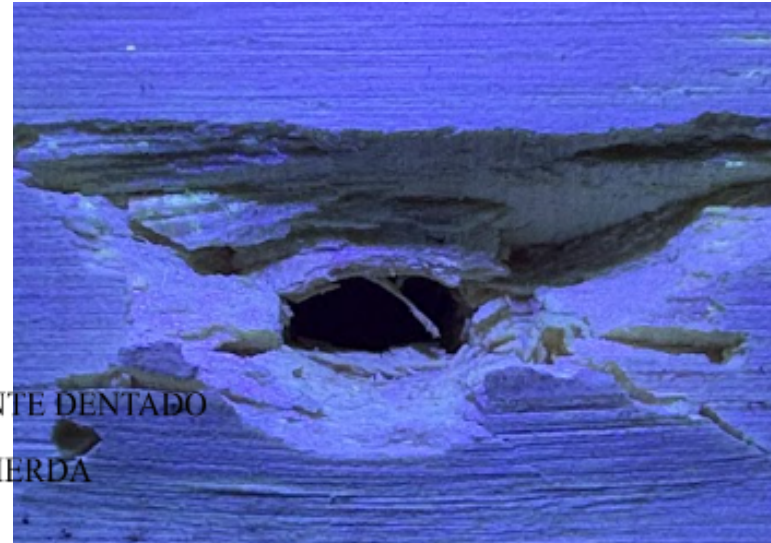
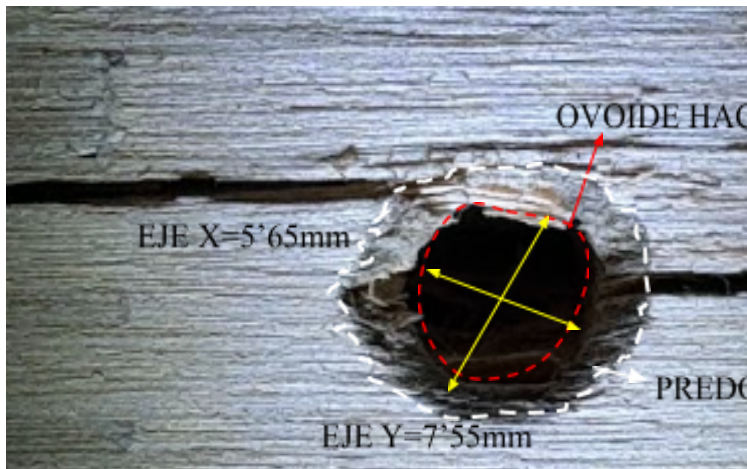


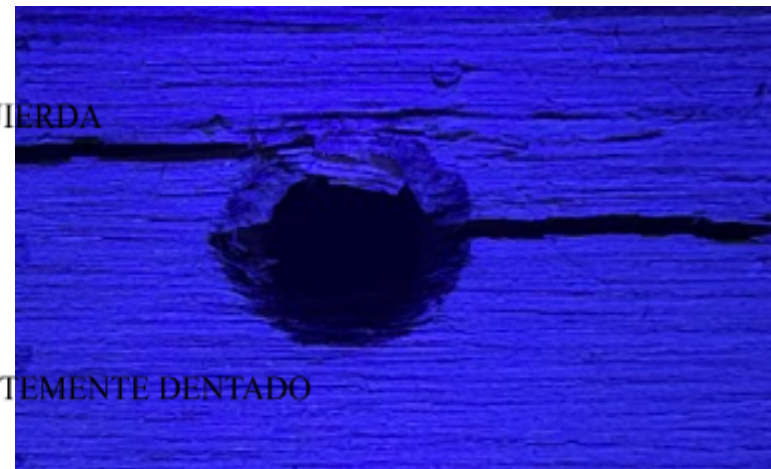
FIGURA 18.

Primer orificio de entrada de la madera de eucalipto (figura 10).

Luz blanca artificial.

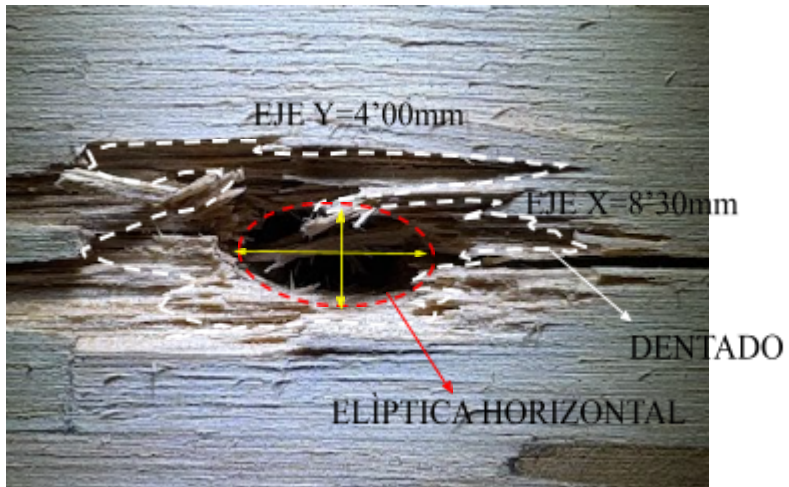


Luz ultravioleta.



Primer orificio de salida de la madera de eucalipto.

Luz blanca artificial.



Luz ultravioleta.

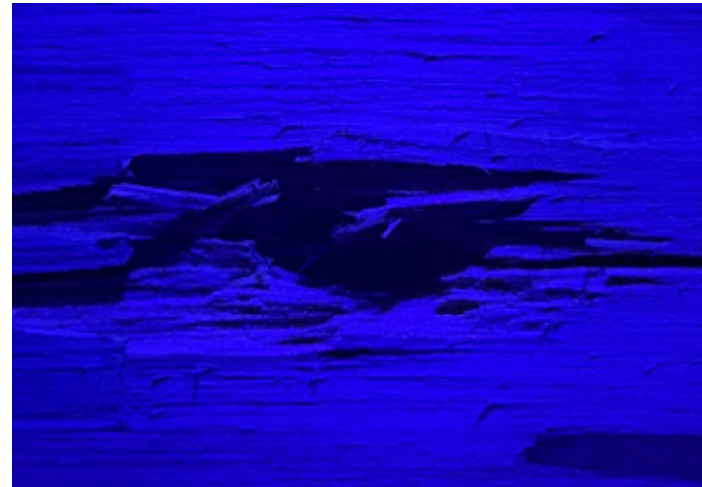
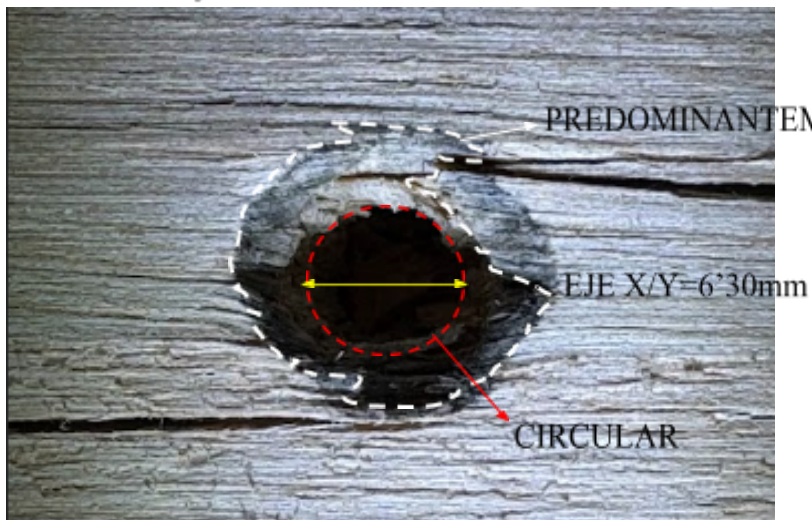


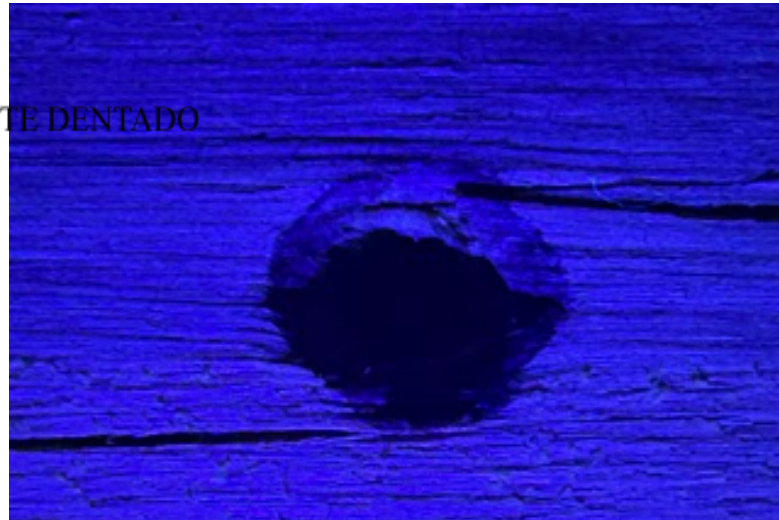
FIGURA 19.

Segundo orificio de entrada de la madera de eucalipto.

Luz blanca artificial.



Luz ultravioleta.



Segundo orificio de salida de la madera de eucalipto.

Luz blanca artificial.



Luz ultravioleta.

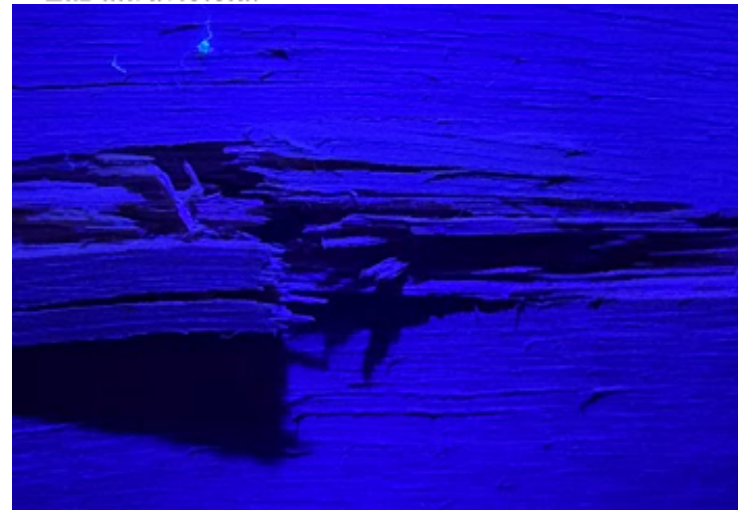
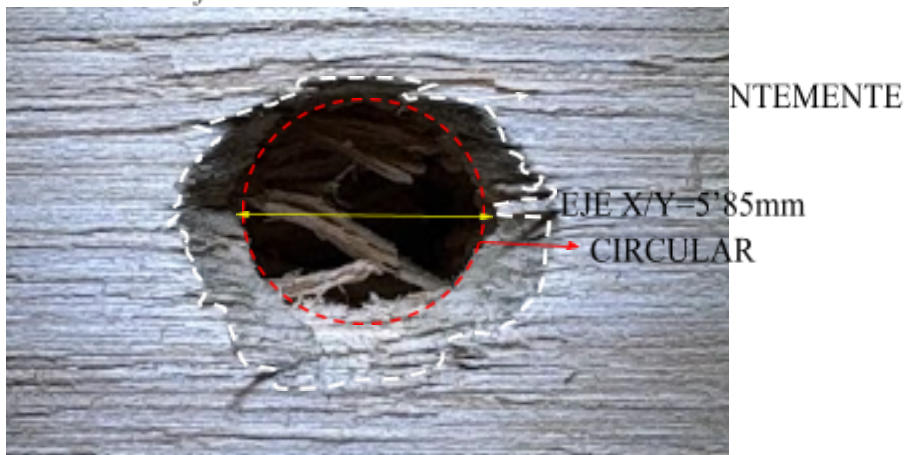


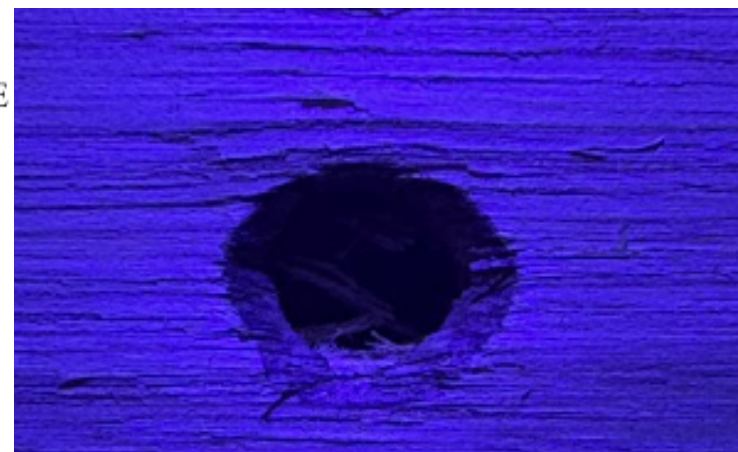
FIGURA 20.

Tercer orificio de entrada de la madera de eucalipto.

Luz blanca artificial.

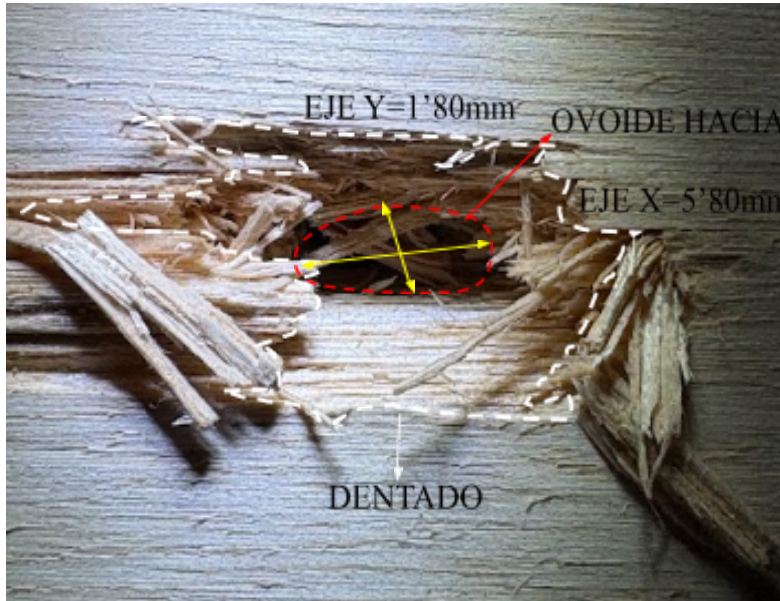


Luz ultravioleta.



Tercer orificio de salida de la madera de eucalipto.

Luz blanca artificial.



Luz ultravioleta.



FIGURA 21.

Primer orificio de entrada de la madera de algarrobo (figura 11).

Luz blanca artificial.



NANTEMENTE DE

Luz ultravioleta.

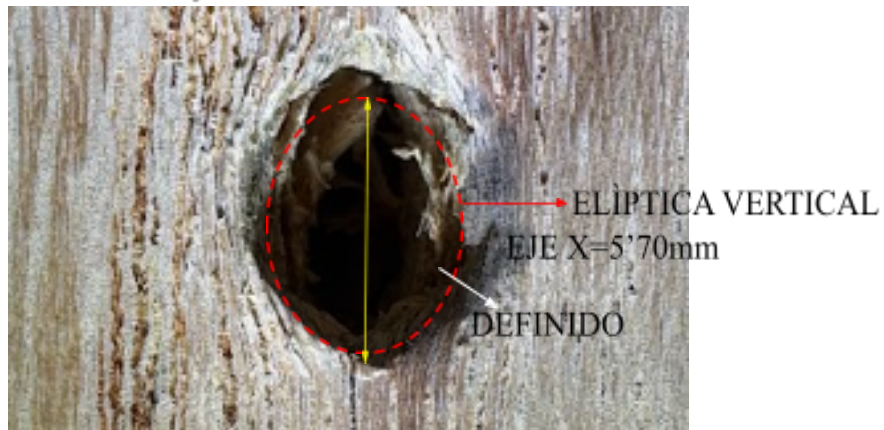


*Primer orificio de salida de la madera de algarrobo.
Luz blanca artificial.*



FIGURA 22.

*Segundo orificio de entrada de la madera de algarrobo.
Luz blanca artificial.*



Luz ultravioleta.

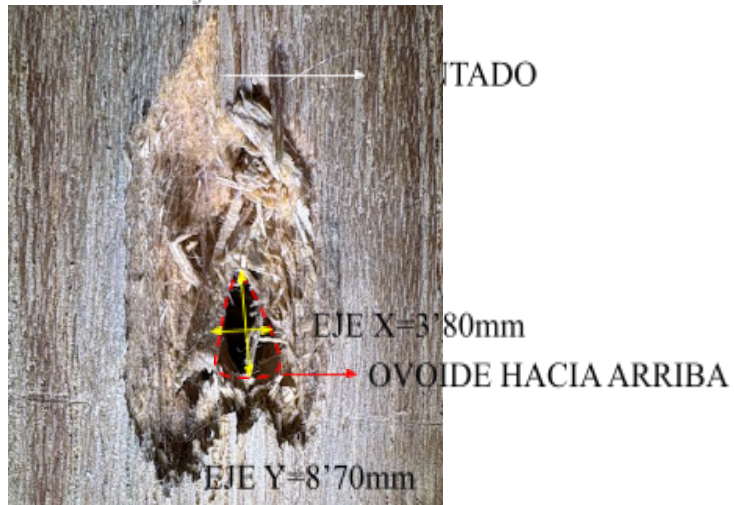


Luz ultravioleta.



Segundo orificio de salida de la madera de algarrobo.

Luz blanca artificial.



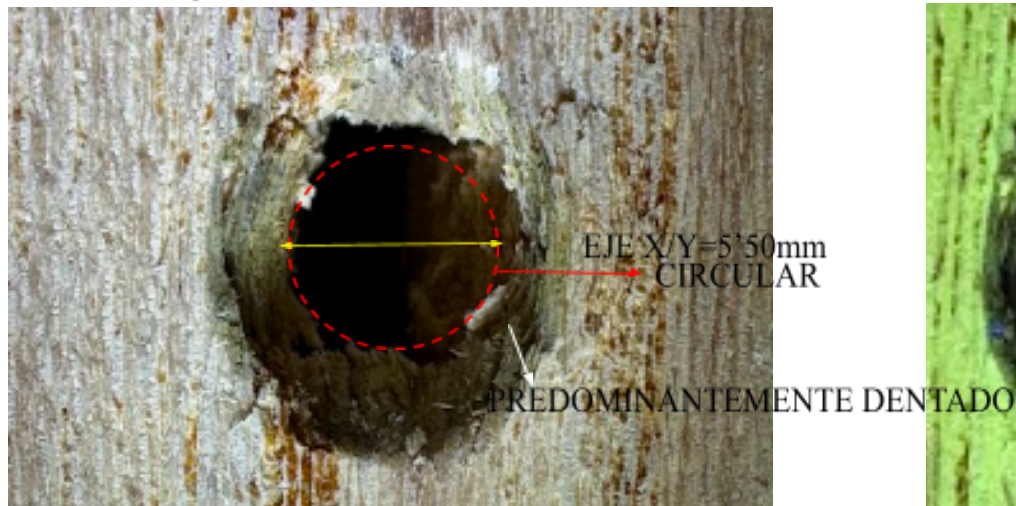
Luz ultravioleta.



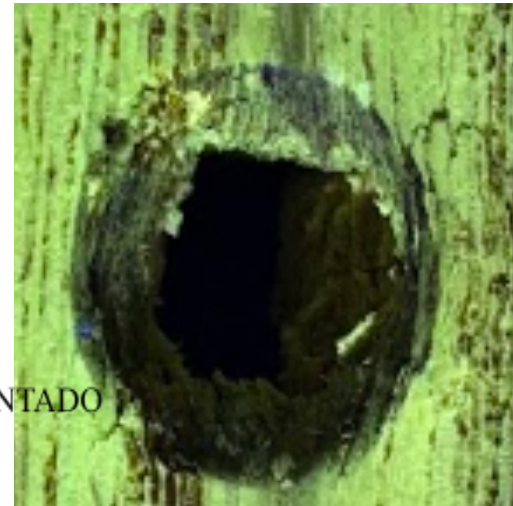
FIGURA 23.

Tercer orificio de entrada de la madera de algarrobo.

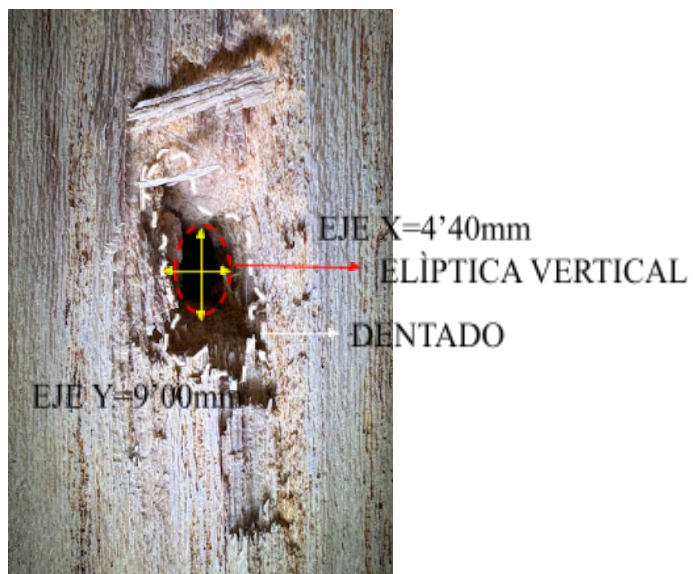
Luz blanca artificial.



Luz ultravioleta.



*Tercer orificio de salida de la madera de algarrobo.
Luz blanca artificial.*



Luz ultravioleta.

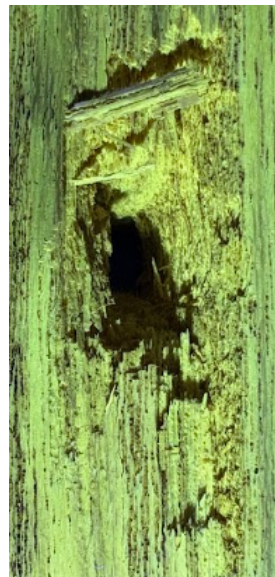
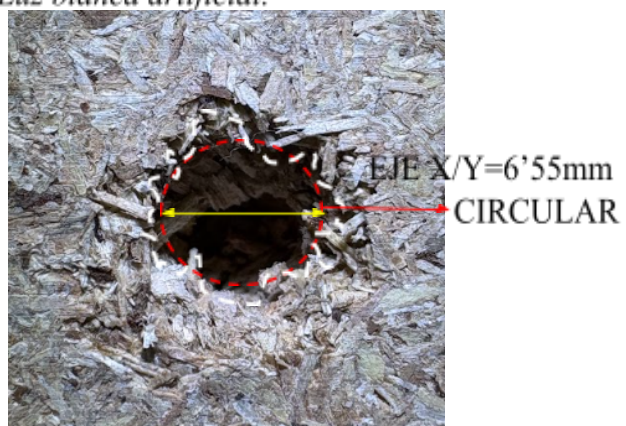
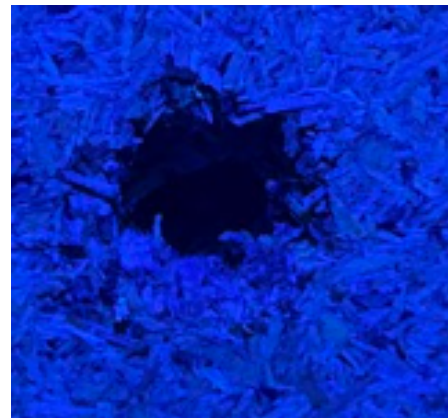


FIGURA 24.

*Primer orificio de entrada de la madera MDF (figura 12).
Luz blanca artificial.*



Luz ultravioleta.



Primer orificio de salida de la madera MDF.

Luz blanca artificial.



MA IRREGU
DENTADO

Luz ultravioleta.

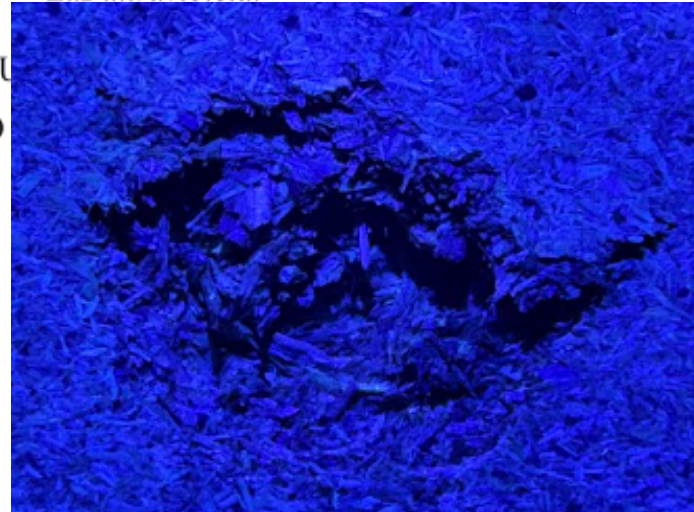


FIGURA 25.

Segundo orificio de entrada de la madera MDF.

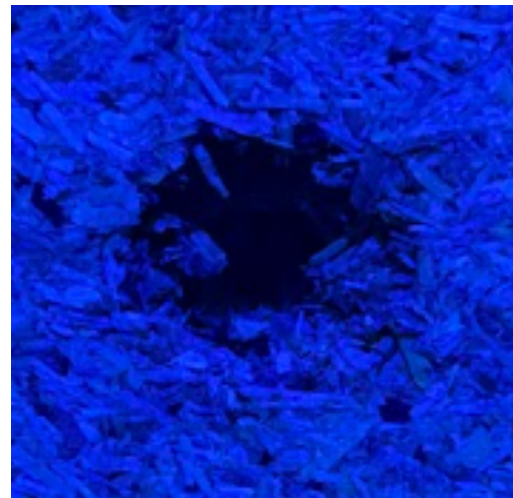
Luz blanca artificial.



DENTADO

CIRCULAR
EJE X/Y=7'00mm

Luz ultravioleta.



Segundo orificio de salida de la madera MDF.

Luz blanca artificial.



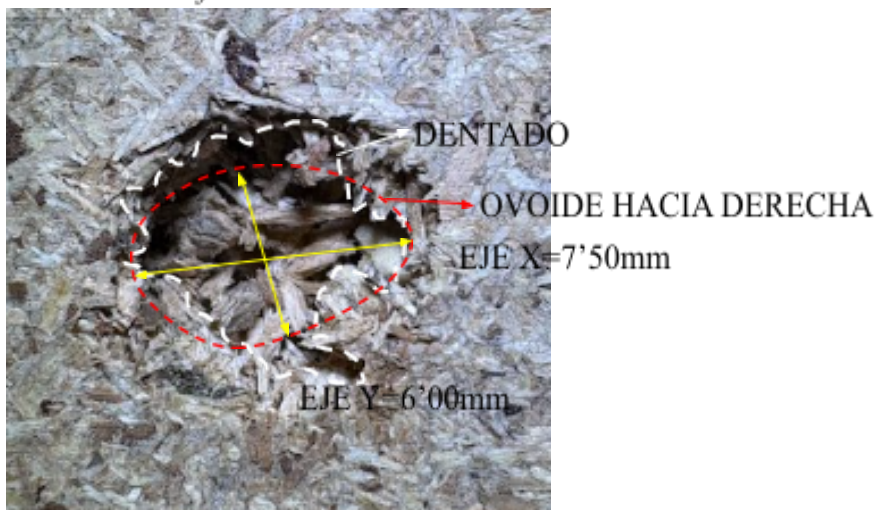
Luz ultravioleta.



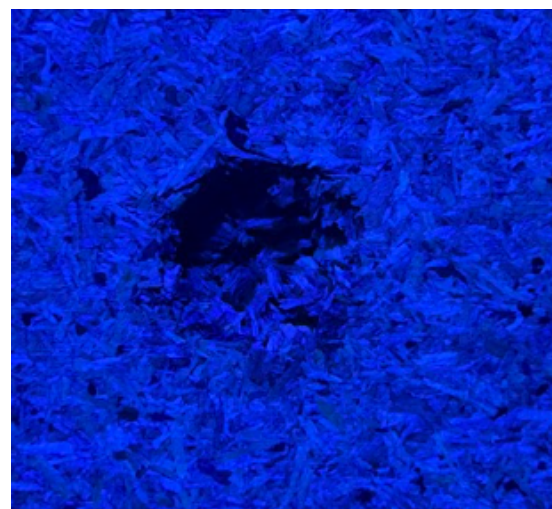
FIGURA 26.

Tercer orificio de entrada de la madera MDF.

Luz blanca artificial.



Luz ultravioleta.



Tercer orificio de salida de la madera MDF.

Luz blanca artificial.



FORMA IRREGULAR
DENTADO

Luz ultravioleta.

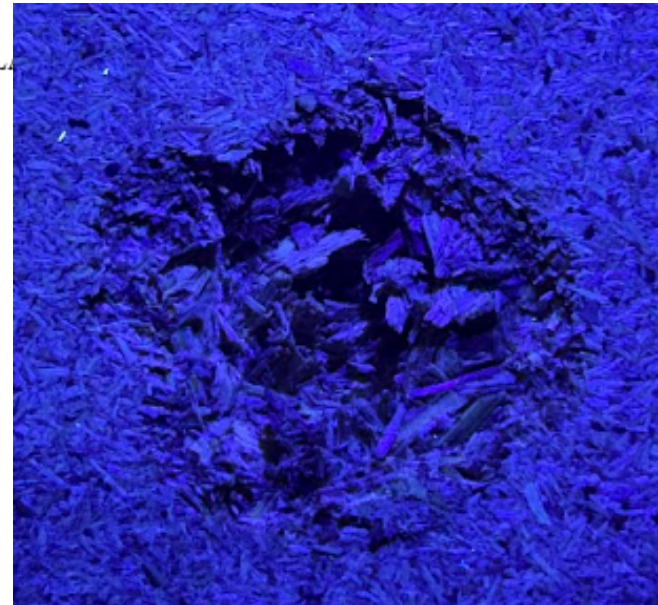
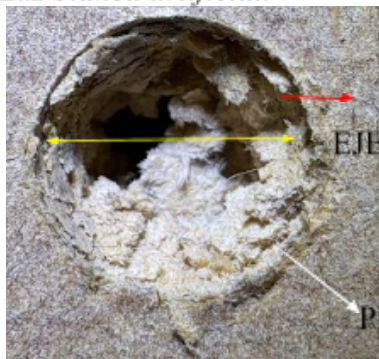


FIGURA 27.

Primer orificio de entrada de la madera aglomerada (figura 13).

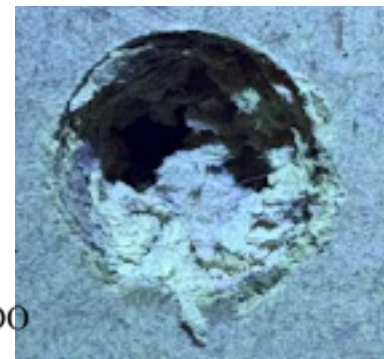
Luz blanca artificial.



CIRCULAR
EJE X/Y=7'00mm

PREDOMINANTEMENTE DEFINIDO

Luz ultravioleta.



Primer orificio de salida de la madera aglomerada.

Luz blanca artificial.



Luz ultravioleta.

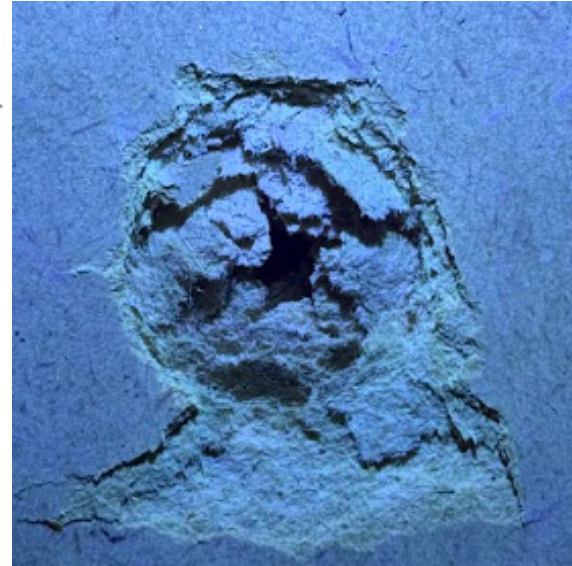
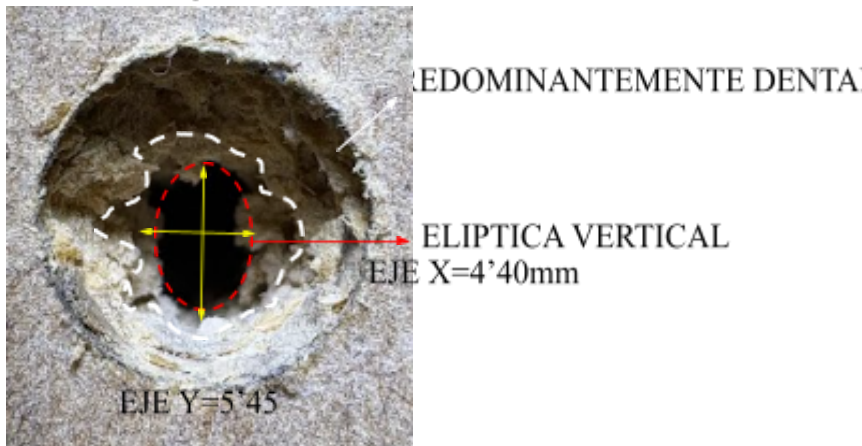


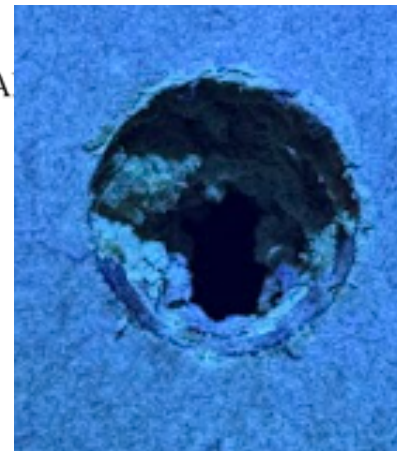
FIGURA 28.

Segundo orificio de entrada de la madera aglomerada.

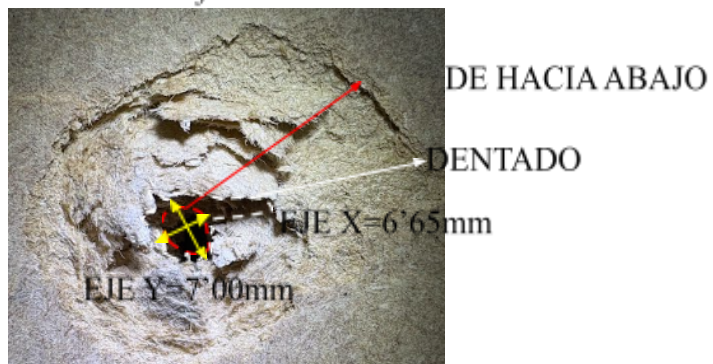
Luz blanca artificial.



Luz ultravioleta.



*Segundo orificio de salida de la madera aglomerada.
Luz blanca artificial.*



Luz ultravioleta.

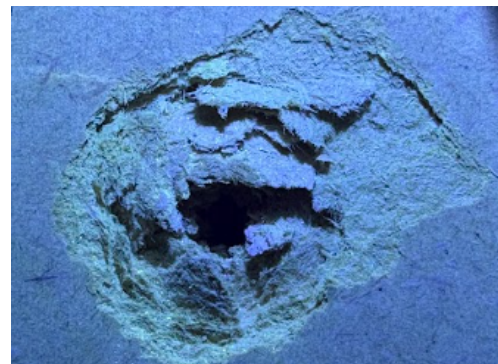
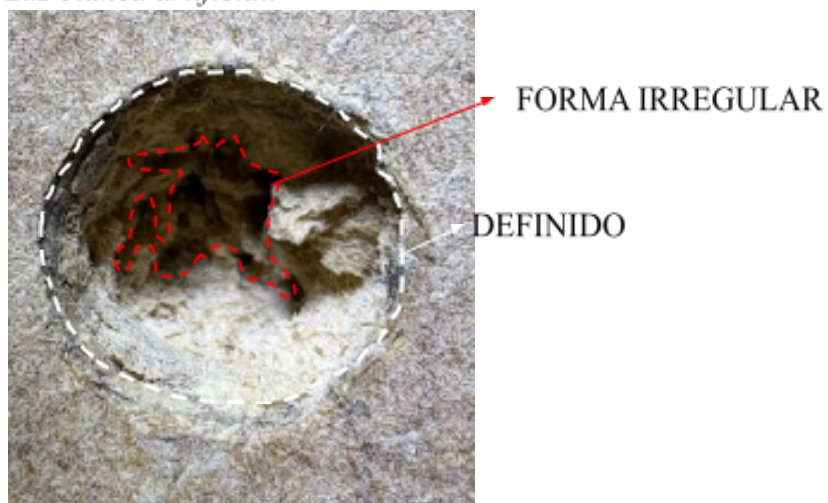
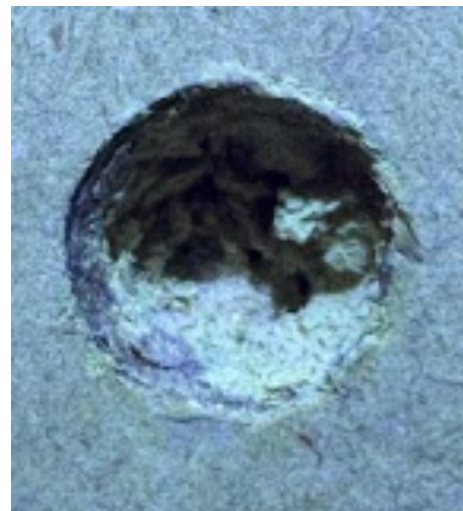


FIGURA 29.

*Tercer orificio de entrada de la madera aglomerada.
Luz blanca artificial.*

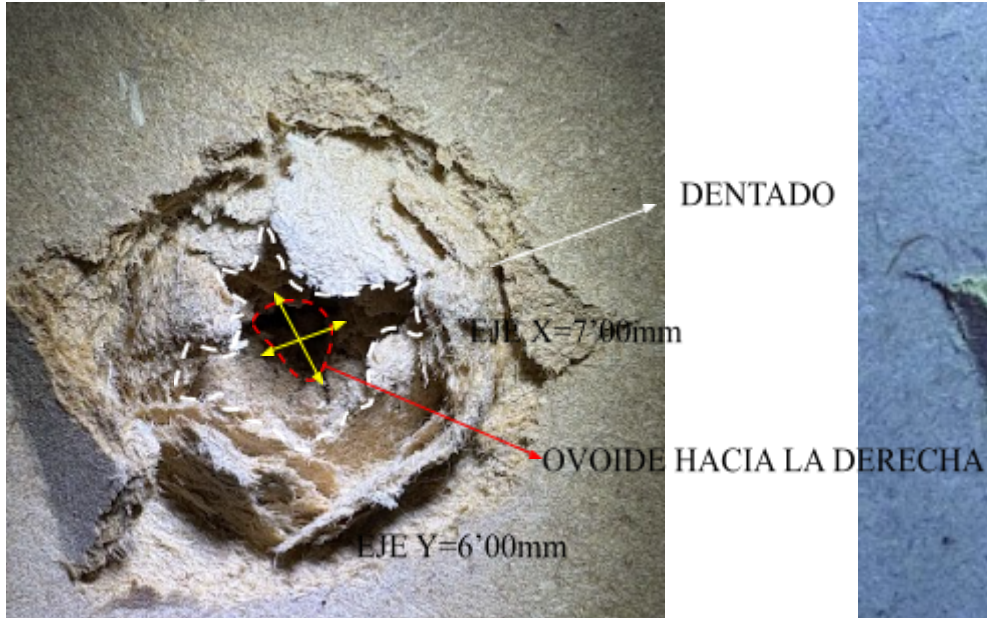


Luz ultravioleta.

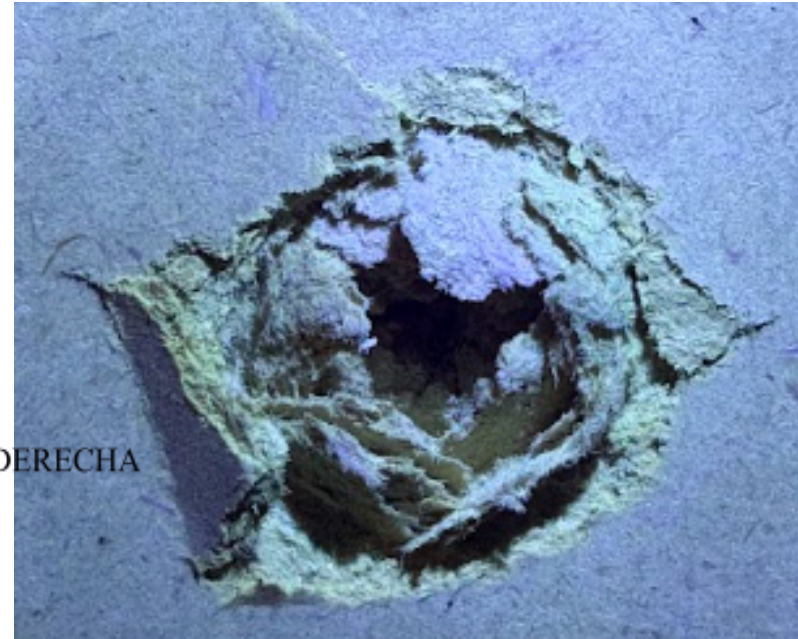


Tercer orificio de salida de la madera aglomerada.

Luz blanca artificial.



Luz ultravioleta.



En base a los datos recolectados y organizados en la Tabla 1, se llevaron a cabo distintos entrecruzamientos de variables con el fin de identificar patrones de comportamiento balístico según el tipo de madera. Estos análisis permitieron observar cómo influye la naturaleza física de cada superficie en aspectos como la forma y bordes del orificio, el grado de penetración, y el astillamiento producido. Las diferencias encontradas no sólo revelaron la interacción entre el proyectil y el soporte, sino que también aportaron información útil en el campo de la criminalística y la reconstrucción de hechos mediante el análisis de impactos balísticos.

Los siguientes gráficos corresponden a las particularidades de la cara incidente y saliente, comparadas según el tipo de madera y en base a los tres (03) disparos realizados sobre cada una.

GRÁFICO 1. Distribución de formas del orificio en cara incidente, por tipo de madera.

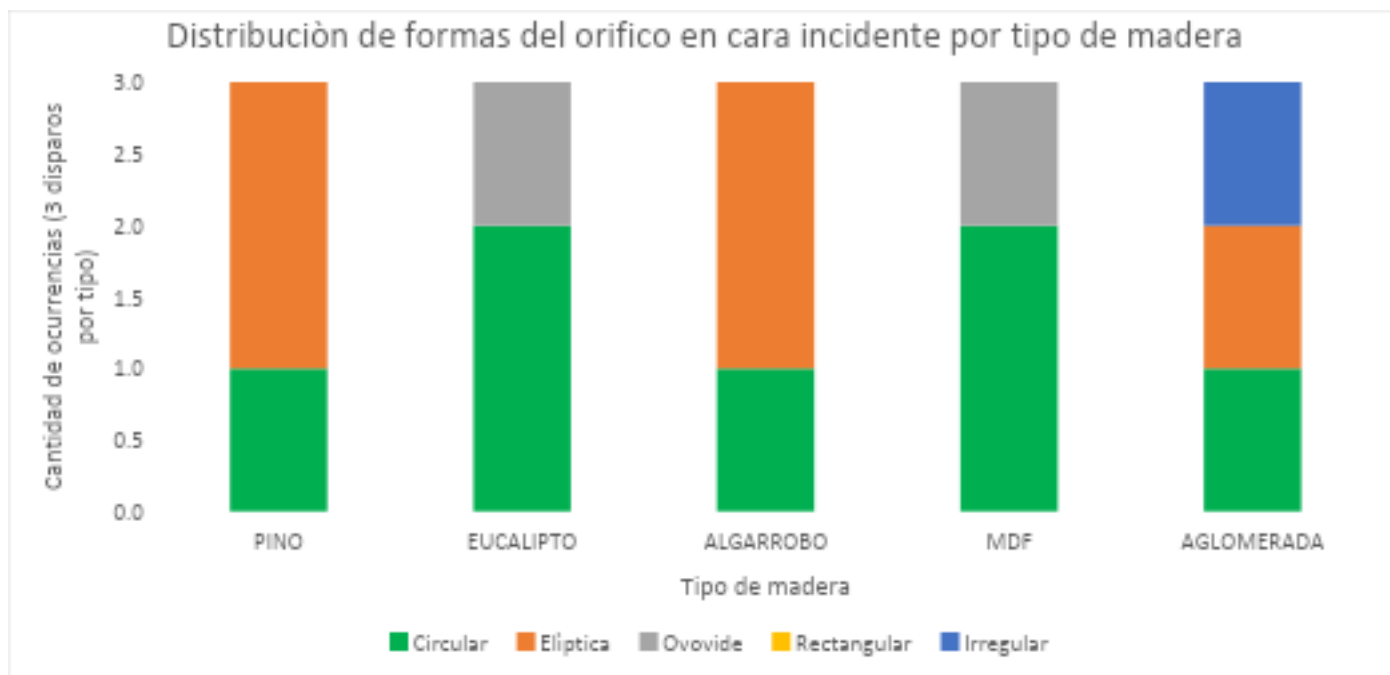
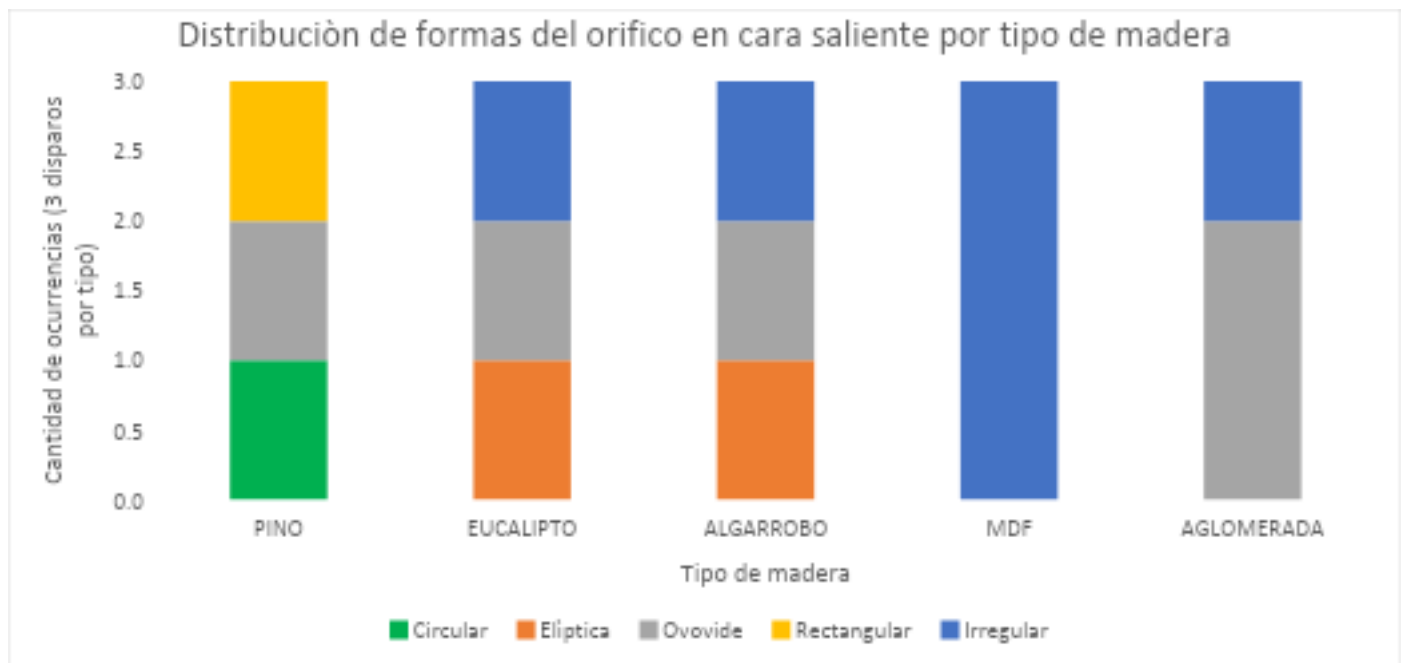


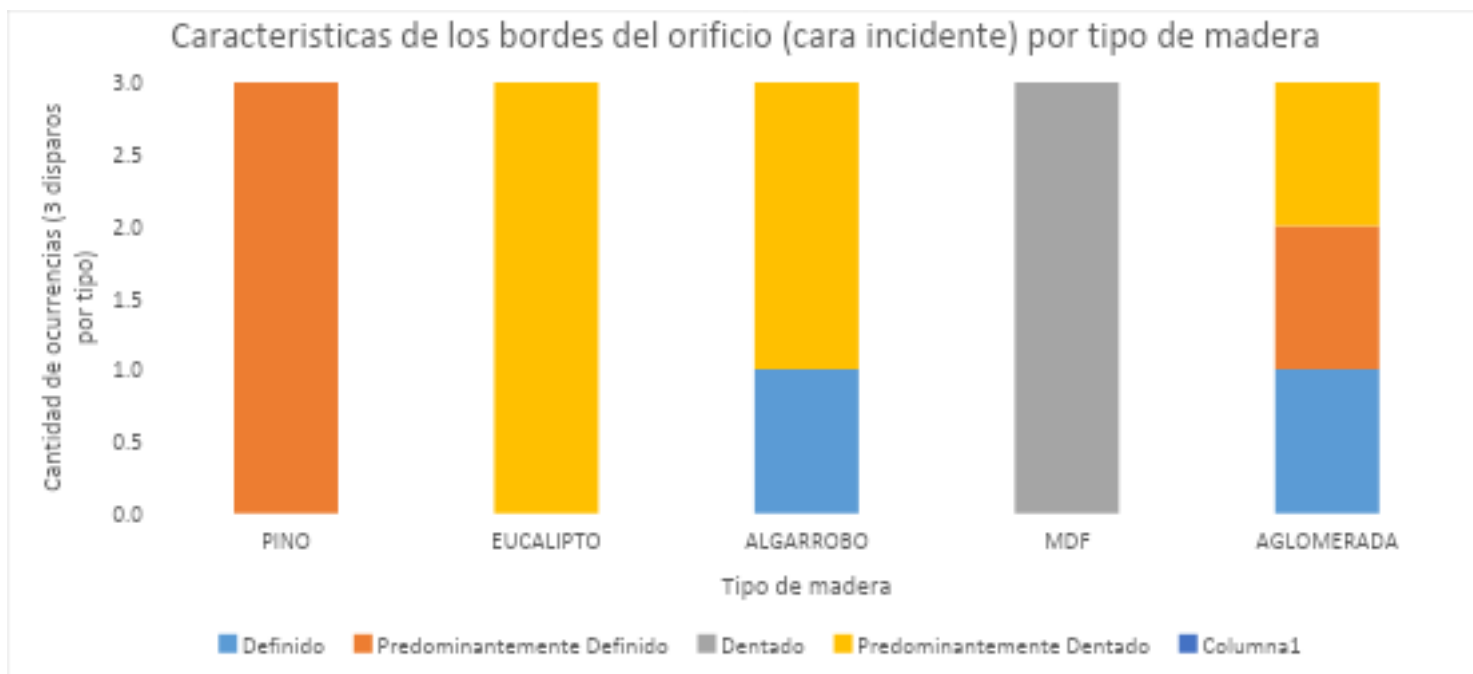
GRÁFICO 2. Distribución de formas del orificio en cara saliente, por tipo de madera.



Se observó que el pino presentó una distribución más variada de formas de orificios, siendo la forma irregular (barra azul) y ovoide (barra gris) las más predominantes en las distintas superficies. En eucalipto y algarrobo, ambas mostraron patrones muy similares en la distribución de las formas de orificio. A diferencia de las nombradas anteriormente, la superficie de MDF y aglomerada exhibieron una marcada predominancia de formas irregulares como ovoides.

La forma irregular fue consistentemente la más común en todos los tipos de maderas evaluadas. Además, las maderas naturales (Pino, eucalipto, algarrobo) tendieron a presentar una mayor variedad de formas de orificio en comparación con los materiales derivados de la madera MDF y Aglomerada, pudiéndose deber a la estructura más homogénea y compacta de estas dos últimas, que podría limitar las deformaciones a patrones más específicos.

GRÁFICO 3. Características de los bordes de los orificios en cara incidente, por tipo de madera



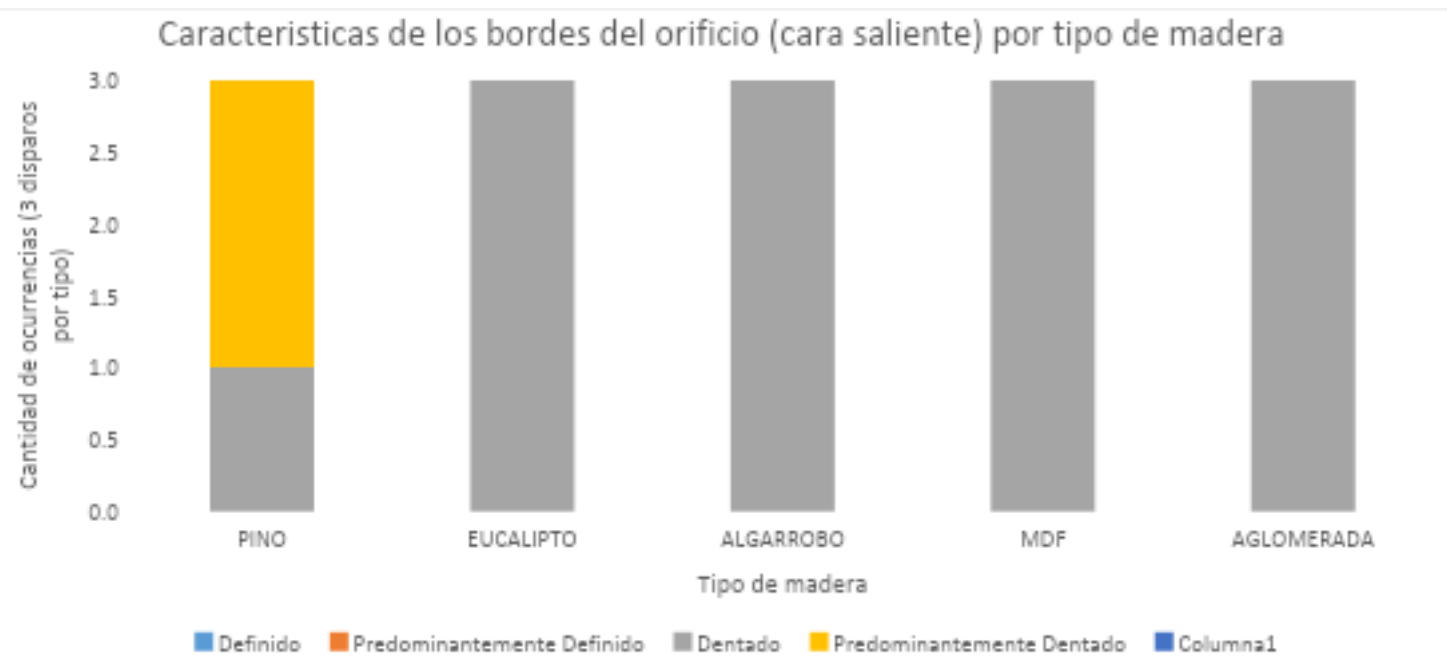
Se visualizaron los bordes del orificio en la cara incidente según el tipo de madera. Se observa que en pino, los bordes fueron en su mayoría predominantemente definidos, indicando una estructura más blanda que permite una salida limpia.

En eucalipto, se observaron bordes predominantemente dentados, lo cual puede estar asociado a su mayor dureza y resistencia.

Y en MDF se presenciaron bordes únicamente dentados.

En algarrobo los resultados fueron variados, al igual que en aglomerada, habiendo habido en este caso presencia de bordes definidos, y predominantemente dentados, y en el caso de la madera aglomerada bordes definidos, predominantemente definidos y predominantemente dentados.

GRÁFICO 4. Características de los bordes de los orificios en cara saliente, por tipo de madera



Existió clara distinción en el comportamiento de los bordes del orificio entre el pino y las demás maderas analizadas. El pino fue la madera que muestra una mayor variabilidad en los bordes del orificio en la cara saliente, presentando tanto bordes dentados y predominantemente dentados. El eucalipto, algarrobo, MDF y aglomerada, exhibieron una consistencia en la formación de bordes dentados.

GRÁFICO 5. Dimensiones de los bordes de los orificios en cara incidente, por tipo de madera

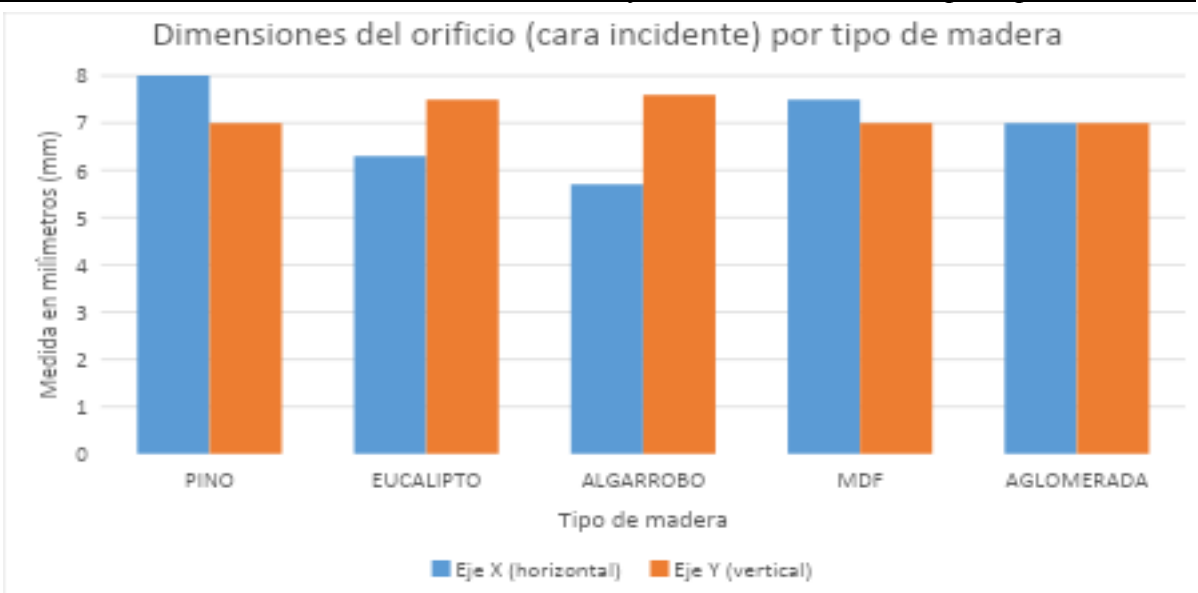
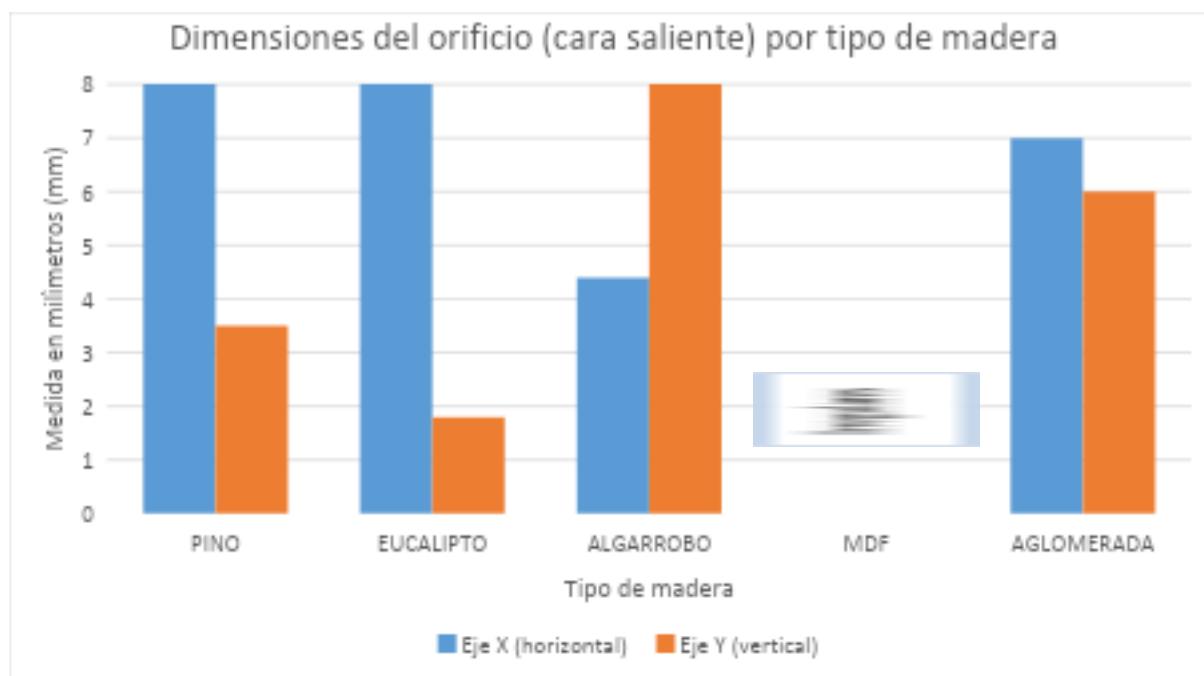


Gráfico 5 demostró las dimensiones promedio de los orificios en la cara incidente según el tipo de madera, discriminando por eje horizontal (X), y vertical (Y). Se evidenció que las maderas más blandas, como el pino (8,40 x 6,75 mm) y el eucalipto (6,30 x 7,55mm), presentan orificios de mayor tamaño, lo cual indicó una mayor deformación y absorción del impacto por parte del material.

Por otro lado, maderas más densas o prensadas como el MDF (7,50 x 7,00mm), el algarrobo (5,70mm x 7,60 mm) y el aglomerado (4,40 x 7,0mm) mostraron orificios más pequeños, lo cual se pudo interpretar como una mayor resistencia a la penetración inicial del proyectil. Esta tendencia se correspondió con la estructura compactada de estos materiales y su menor capacidad de expansión ante el impacto.

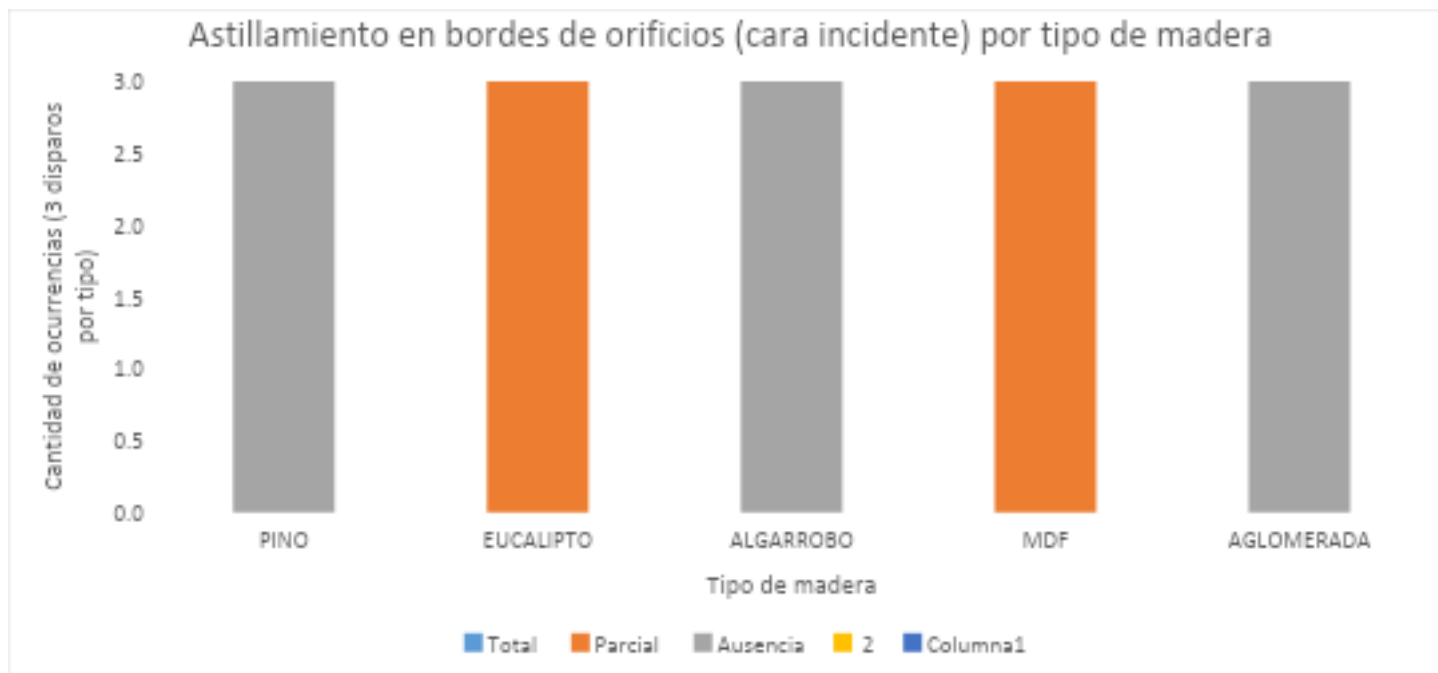
GRÁFICO 6. Dimensiones de los bordes de los orificios en cara saliente, por tipo de madera



Se expresaron las dimensiones promedio de los orificios en la cara saliente según el tipo de madera, apartando eje horizontal (X), y vertical (Y), como en cara incidente. Se evidenció que las maderas más blandas, como el pino (11,60 x 3,50mm) y el eucalipto (8,30 x 1,80 mm), presentaron orificios de mayor tamaño, lo cual indicó una mayor deformación y absorción del impacto por parte del material.

Por otro lado, maderas más densas o prensadas como el MDF (Irregular), el algarrobo (3,80mm x 9,00mm) y el aglomerado (7,00 x 6,00mm) mostraron orificios más pequeños, lo cual se interpretó como una mayor resistencia a la penetración inicial del proyectil. Esta tendencia se correspondió con la estructura compactada de estos materiales y su menor capacidad de expansión ante el impacto.

GRÁFICO 7. Astillamiento de los bordes de los orificios en cara incidente, por tipo de madera.

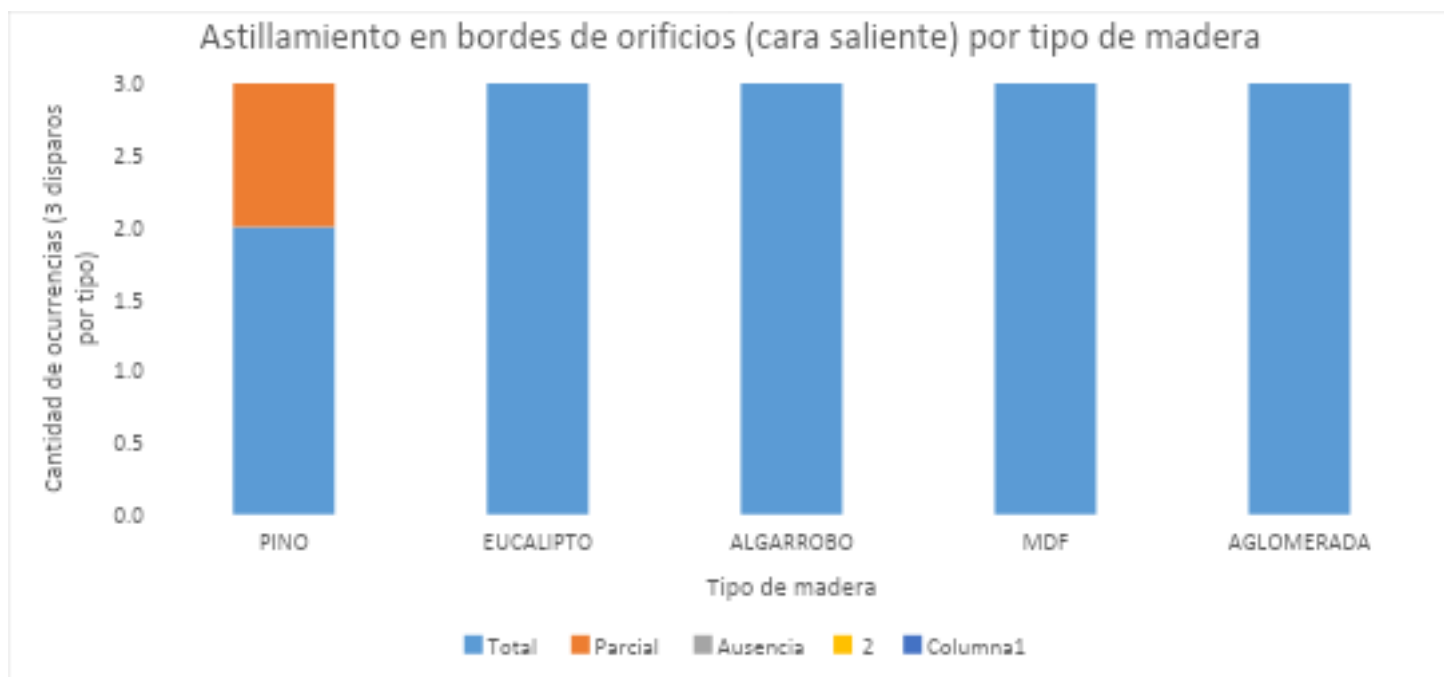


El gráfico mostró el grado de astillamiento observado en los bordes de la cara incidente del orificio, se advirtió que la ausencia de astillamiento fue predominante en maderas de pino, algarrobo y aglomerada, lo que puede asociarse a una mayor cohesión interna en su estructura.

En contraposición, el MDF y el eucalipto presentaron en su mayoría astillamiento parcial, lo cual podría relacionarse con una menor capacidad o resistencia al desprendimiento del material.

No se observaron casos de total astillamiento, lo que indica que todos los materiales evaluados no presentaron algún tipo de afectación en los bordes de entrada.

GRÁFICO 8. Astillamiento de los bordes de los orificios en cara saliente, por tipo de madera



En este caso, la barra correspondiente a la superficie de pino se observó segmentada, una porción inferior (de color azul oscuro), que la leyenda se asocia con “total”, y una porción superior (de color naranja) la cual se asocia a “parcial”. Esto indicó que, de las tres ocurrencias, dos de ellas mostraron un tipo de astillamiento “total”, y una de ellas un tipo “parcial”.

En las demás superficies, como eucalipto, algarrobo, MDF, y aglomerada, mostraron consistentemente desprendimiento “total”.

CONCLUSIÓN.

En relación al primer objetivo específico, *caracterizar las propiedades morfológicas y dimensionales de los orificios de entrada y salida generados por los proyectiles en cada tipo de madera*, se determinó que las diferentes superficies presentan comportamientos particulares frente al impacto balístico. Las maderas naturales, duras y resistentes, como el pino, eucalipto y algarrobo, exhibieron mayormente orificios de entrada de forma elíptica o circular, con bordes predominantemente definidos y dentados, ausencia y parcial astillamiento; mientras que las caras salientes manifestaron además perforaciones irregulares, con desprendimiento total de fibras y astillas. En contraste, las maderas compuestas y menos resistentes que las mencionadas (MDF y aglomerada) evidenciaron mayor desfibramiento, irregularidad morfológica y perforaciones incompletas, reflejando una menor cohesión estructural y resistencia al impacto.

Respecto al segundo objetivo específico, *determinar el grado de perforación de los proyectiles y analizar las características de las astillas y su dispersión, evaluando la presencia, el tamaño del astillado, y la cantidad de fragmentos desprendidos o levantados tras el impacto*, los resultados demostraron que todas las superficies fueron atravesadas completamente por los proyectiles, aunque con distintos niveles de daño. Las maderas más duras, como eucalipto y algarrobo, presentaron en su cara saliente un total astillamiento y desprendimiento marcado de fibras, mientras que el pino evidenció daños parciales. En cambio, los materiales industriales (MDF y aglomerado) mostraron un desprendimiento completo, con astillamiento irregular y notoria desintegración superficial, lo que evidencia una menor capacidad del material para disipar la energía del proyectil durante el impacto.

En lo que concierne al tercer objetivo específico, *comparar los patrones de daño balístico entre los distintos tipos de madera, para identificar diferencias significativas que puedan ser de utilidad forense*, se concluyó que la densidad, dureza y tipo de fibra de cada superficie condicionan directamente la forma, los bordes y la extensión del daño producido. Las maderas naturales, duras y resistentes (pino, eucalipto, algarrobo) presentaron patrones de daño más consistentes y predecibles, lo que favorece su análisis comparativo en el ámbito forense. Por su parte, las maderas derivadas (MDF, aglomerada) manifestaron irregularidades estructurales

que dificultan la identificación de trayectorias precisas, aunque ofrecen información relevante sobre la energía de impacto y el tipo de proyectil involucrado.

Finalmente, en respuesta al objetivo general, ***analizar los efectos balísticos producidos en las distintas superficies de madera por proyectiles de metal de punta ojival truncada disparados a cinco (05) metros de distancia, y con un ángulo de 90° en el Tiro Federal de Paraná***, se concluyó que las características balísticas observadas dependen principalmente de las propiedades físicas y mecánicas de cada tipo de madera. El análisis permitió establecer relaciones claras entre la morfología del orificio, el grado de astillamiento y la resistencia del material, aportando información de relevancia técnica y pericial.

En conjunto, los resultados obtenidos, propios de esta investigación en particular, permitieron comprender cómo las propiedades físicas y mecánicas de cada tipo de madera influyen en la morfología del orificio, el grado de astillamiento y la dispersión del material tras el impacto. De este modo, esta investigación aporta información útil para el análisis balístico en contextos forenses, fortaleciendo las bases técnicas necesarias para la interpretación de evidencias en hechos donde intervienen armas de fuego.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Almada, D. R. (2018). *Impactos sobre yeso: comparación de características producidas por un arma de fuego y por un arma neumática.* [Tesis de licenciatura, Universidad autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología].

Álvarez Saavedra, F. (2008). *Diccionario de criminalística.*
<http://escuelasuperior.com.ar/instituto/wpcontent/uploads/2017/07/Diccionario-deCriminalistica.pdf>.

Barría, E (2020). *Características físicas de las roturas presentes en tejido textil de modal, originadas por arma blanca punzante impropia y por proyectil calibre .22 LR disparado por arma de fuego.* [Tesina de licenciatura, Universidad del Aconcagua, Facultad de psicología].

Bertello. P. (2014). *Prueba de penetración de balines.* Repositorio Digital UDA.
http://bibliotecadigital.uda.edu.ar/objetos_digitales/454/tesis-4887-impacto.pdf.

Chiviló, D. R. (2008). *Manual Pericial de Balística y Armamento.* García Alonso.

Cibrián Vidrió, O. (2007). *Balística y técnica forense.* La Rocca.

Ferreyro, M. F. (2007). *Balística Manual.* B de F Ltda.

Guzmán, C. (2003). *Manual de Criminalística.* La Rocca.

Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C., & Baptista, L.P. (1998).

Infante, J. (2014). *La madera y sus propiedades.* Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño" Departamento de Arquitectura.
<https://es.slideshare.net/slideshow/propiedades-de-lamadera-35532134/35532134>

Losardo, M., & Sánchez, O. (2021). *Estudio de impactos de proyectiles 9mm en gel balístico con telón interpuesto.* [Tesis de licenciatura, Universidad Fasta, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales].

Peñaranda, C. (2013). *Determinación del ángulo de incidencia de un proyectil disparado por arma de fuego a partir de los signos generados en el orificio de un blanco de acrílico* [Tesis de licenciatura, Universidad del Aconcagua, Facultad de Psicología].

Rojas, A. (2014). *Balística Forense-Cartuchos*.
<https://es.slideshare.net/slideshow/balisticaforense-cartuchos/38276775>

-Silveyra, J. (2008). *Armas y Crímenes*. Ediciones La Rocca.

Silvia Ríos Reyes (2017). *La madera*.
<https://es.slideshare.net/slideshow/la-madera83215454/83215454>

Stefano, C. (2024). *Características de los orificios producidos por proyectiles de un Arma de Aire Comprimido (5,5 mm) sobre placa metálica y sobre tela de algodón*. [Tesis de licenciatura, Universidad autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología].

ARTÍCULOS ELECTRÓNICOS:

Agencia Nacional de Materiales Controlados (s.f).

<https://www.argentina.gob.ar/seguridad/anmac>

Argentina. Decreto Nacional 395/75. Reglamentación de la ley Nacional de Armas y Explosivos N°20.429/73. 1975.

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/35000-39999/38821/norma.htm>

RECOMENDACIONES.

Se recomienda continuar profundizando en el estudio de los efectos balísticos sobre diferentes materiales, ampliando variables , como la distancia, el ángulo de disparo, el tipo de proyectil, y el calibre empleado.

Por otra parte, se sugiere aplicar este tipo de estudios a materiales habitualmente presentes en escenarios reales, como otros tipos de maderas, metales, vidrios, con el fin de fortalecer la interpretación pericial en casos concretos.