

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

"Fotografía forense: base para testigo métrico."

PROYECTO DE GRADO

KENNETH ANDRÉ ROUANET FIGUERÓA
CARNET 11205-14

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, AGOSTO DE 2018
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

"Fotografía forense: base para testigo métrico."

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR
KENNETH ANDRÉ ROUANET FIGUERÓA

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE DISEÑADOR INDUSTRIAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, AGOSTO DE 2018
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DECANO: MGTR. CRISTIÁN AUGUSTO VELA AQUINO
VICEDECANO: MGTR. ROBERTO DE JESUS SOLARES MENDEZ
SECRETARIA: MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ
DIRECTORA DE CARRERA: LIC. MARIA REGINA ALFARO MASELLI

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. MONICA PATRICIA ANDRADE RECINOS

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

LIC. CARLOS ALBERTO LORENZI MELCHOR
LIC. DOUGLAS OMAR RAMIREZ GOMEZ
LIC. JOSÉ ROBERTO RAMÍREZ NÁJERA



Universidad
Rafael Landívar
Tradicón Jesuita en Guatemala

Facultad de Arquitectura y Diseño

Departamento de Diseño Industrial

Teléfono: (502) 24 262626 ext. 2773

Fax: 2474

Campus Central, Vista Hermosa III, Zona 16

Guatemala, Ciudad. 01016

mpandrade@url.edu.gt


Guatemala, 25 Junio 2018

Señores
Miembros del Consejo de Facultad
Facultad de Arquitectura y Diseño
Universidad Rafael Landívar

Estimados Señores:

Me dirijo a ustedes para informarles que el Proyecto de Diseño titulado "**Fotografía forense: base para testigo métrico**", elaborado por el estudiante **Kenneth André Rouanet Figueróa**, con número de carnet **1120514**, ha sido concluido satisfactoriamente y puede ser considerado para la PRESENTACION DEL PROYECTO DE DISEÑO.

Atentamente,



MA. Lic. Mónica Andrade
Asesor



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado del estudiante KENNETH ANDRÉ ROUANET FIGUERÓA, Carnet 11205-14 en la carrera LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 03112-2018 de fecha 13 de agosto de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

"Fotografía forense: base para testigo métrico."

Previo a conferírsele el título de DISEÑADOR INDUSTRIAL en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 14 días del mes de agosto del año 2018.



MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ, SECRETARIA
ARQUITECTURA Y DISEÑO
Universidad Rafael Landívar

◆ AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por darme vida, por darme lo que tengo, por ser quien soy y por estar donde estoy.

A **mis padres**, por el gran amor incondicional, apoyo y confianza que mantuvieron hacia mí.

A **mi hermana, Stephanie**, por apoyarme en todo momento y compartirme sus conocimientos.

A **Daniel**, quien considero como un hermano, por estar siempre presente para mí y brindarme toda su ayuda.

A **mis amigos**, por ayudarme, apoyarme y darme sus mejores deseos.

A **mi asesora, Mónica**, por creer en mis capacidades como diseñador y poder brindarme sus conocimientos y consejos.

A **mis catedráticos**, quienes me aportaron sus diversos conocimientos.

◆ RESUMEN EJECUTIVO

Base para testigo métrico en fotografía forense, es una herramienta que funciona como base para sostener y colocar el testigo métrico o escala utilizada en varias posiciones, ayudando a que se aplique de manera eficaz y accesible en tomas a detalle.

En la actualidad existe gran margen de mejora en la fotografía forense aplicada principalmente en Guatemala, enfocándose en tomas de primer plano o detalle, el cual por acciones improvisadas y la falta de una herramienta oficial para la colocación ideal del testigo métrico, crea un gran margen de riesgo en diferentes factores que proporcionan como resultado una mala calidad de imagen forense. La fotografía es sumamente importante para la resolución de hechos delictivos, ya que son pruebas que deben ser de gran calidad y replicando la realidad.

La base para testigo métrico es un producto único en el mercado, dirigido para fotógrafos forenses, el cual es capaz de lograr la aplicación ideal del testigo métrico, aumentando la exactitud, calidad y valoración de la imagen forense.

Posee un diseño limpio y elegante, con una estructura articulada para lograr diferentes alturas y un sujetador giratorio de 360° para posicionarlo de manera totalmente vertical o en un ángulo específico.

◆ ÍNDICE

Página

INTRODUCCIÓN	1
CONTEXTO	2
1. Violencia en Guatemala	2
2. Criminología	3
2.1. Criminalística	4
2.1.1. Investigación criminalística	5
2.1.2. Escena del crimen	6
2.1.3. Evidencias, indicios y pruebas	7
2.1.4. Fotografía forense	8
2.1.4.1. Fotografía de primer plano	9
2.1.4.2. Fotografía de aproximación	9
2.1.5. Fotógrafo forense	10
2.1.6. Equipo del fotógrafo forense	11
2.1.6.1. Testigo métrico	12
2.1.6.1.1. Método de colocación tradicional	13
2.1.6.1.2. Método de colocación restablecido	14
BRIEF	15
3. Perfil del cliente	15
4. Perfil del usuario	17
4.1.1. Técnicos en investigaciones criminales y forenses	17
4.1.2. Fotógrafos forenses	17
4.1.3. Pasos de un fotógrafo forense en Guatemala	18
5. Situación actual	19
5.1. Fotografía forense en Guatemala	20
5.1.1. Colocación de testigo métrico	20
5.1.1.1. Análisis de colocación actual	21
5.1.1.2. Análisis de colocación restablecido	23
5.1.1.3. Análisis de colocaciones extras	25
5.1.1.4. Conclusión de análisis de colocación	27
6. Necesidad	28
7. Alternativas existentes	29
7.1. Análisis de alternativas existentes	29

DISEÑO INDUSTRIAL	34
8. Recursos de diseño	34
8.1. Diseño en criminalística	34
8.2. Diseño funcional	35
8.3. Función	35
8.4. Antropometría y ergonomía	35
8.5. Materiales y procesos	36
8.6. Color	36
CONCEPTUALIZACIÓN	37
9. Planteamiento del problema	37
10. Marco lógico del proyecto	38
11. Requerimientos y parámetros	39
12. Proceso de conceptualización de propuestas de solución	40
12.1. Concepto de diseño	40
12.2. <i>Moodboard</i> de inspiración	41
12.3. Bocetaje de ideas	42
12.4. Evolución y evaluación de propuestas	46
12.5. Modelado real y digital de propuestas	57
12.6. Prototipo en impresión 3D	61
12.7. Pruebas de función e Interacción de propuesta seleccionada	62
13. Validación de propuesta seleccionada	64
MATERIALIZACIÓN	66
14. Modelo de solución	66
14.1. Descripción verbal y gráfica del modelo de solución	66
15. Manual de uso	88
16. Validación final	89
16.1. Conclusión	103
17. Planos técnicos	104
18. Proceso de producción sugerido	118
19. Costos	119
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	121
ANEXOS	122
BIBLIOGRAFÍA	124

◆ INTRODUCCIÓN

Actualmente, en Latinoamérica existe un alto nivel de violencia y crimen. Guatemala es considerado como uno de los países más violentos del mundo y mantiene un alto índice de criminalidad, lo cual significa que existe una gran cantidad de hechos delictivos o casos por investigar. El Ministerio Público es una institución auxiliar de la administración pública y de los tribunales, se encarga de la investigación de delitos.

La criminología se aplica en todo el mundo. Es una ciencia multidisciplinaria que estudia, interviene y previene los crímenes. La criminalística es una rama práctica de la criminología, donde se aplican diferentes procedimientos y técnicas, tales como el arte forense, la dactiloscopia, la balística forense y la fotografía forense, entre otros.

La fotografía forense documenta todos los detalles en una escena de hechos delictivos; esto incluye la fotografía de evidencias, que lleva a cabo diferentes tomas para registrar todas las características de los objetos. En la toma de primer plano, o de detalle, se anexa una escala llamada «testigo métrico» para documentar el tamaño de la evidencia, pero en la actualidad no se aplica de la manera correcta, especialmente en Latinoamérica. Esto crea variaciones de medida que pueden confundir o, incluso, rebajar la calidad de la imagen forense, cuya finalidad es retratar fielmente la realidad ya que son pruebas que se utilizan para resolver hechos delictivos.

Este proyecto, «Fotografía forense: base para testigo métrico», aborda el área criminalística con el fin de evitar una mala aplicación en las técnicas forenses, como la mala colocación del testigo métrico. Esto se resolverá al crear una herramienta y un método que permita su colocación ideal. Por tratarse de un testigo métrico, este proyecto tendrá especial cuidado con los detalles milimétricos, que podrían ocasionar algún margen de error que, a su vez, tenga graves consecuencias en las investigaciones forenses.

◆ CONTEXTO

1. VIOLENCIA EN GUATEMALA

La inseguridad y la violencia afecta a todos los guatemaltecos, desde asaltos y extorsiones a personas particulares y negocios hasta secuestros, violaciones y asesinatos en la vía pública, la integridad física y material de la población está en constante riesgo. Como consecuencia, la calidad de vida de los ciudadanos se ha deteriorado significativamente debido a la pérdida de espacios públicos en donde se pueda convivir sin miedo a convertirse en víctima de la violencia y la inseguridad.

(Fundación Libertad y Desarrollo, 2016)

Latinoamérica es considerada de las regiones más violentas a nivel mundial, según la ONU (Organización de las Naciones Unidas). Guatemala, El Salvador, Colombia, Venezuela, México y Honduras están entre los 13 países con más alta criminalidad del planeta.

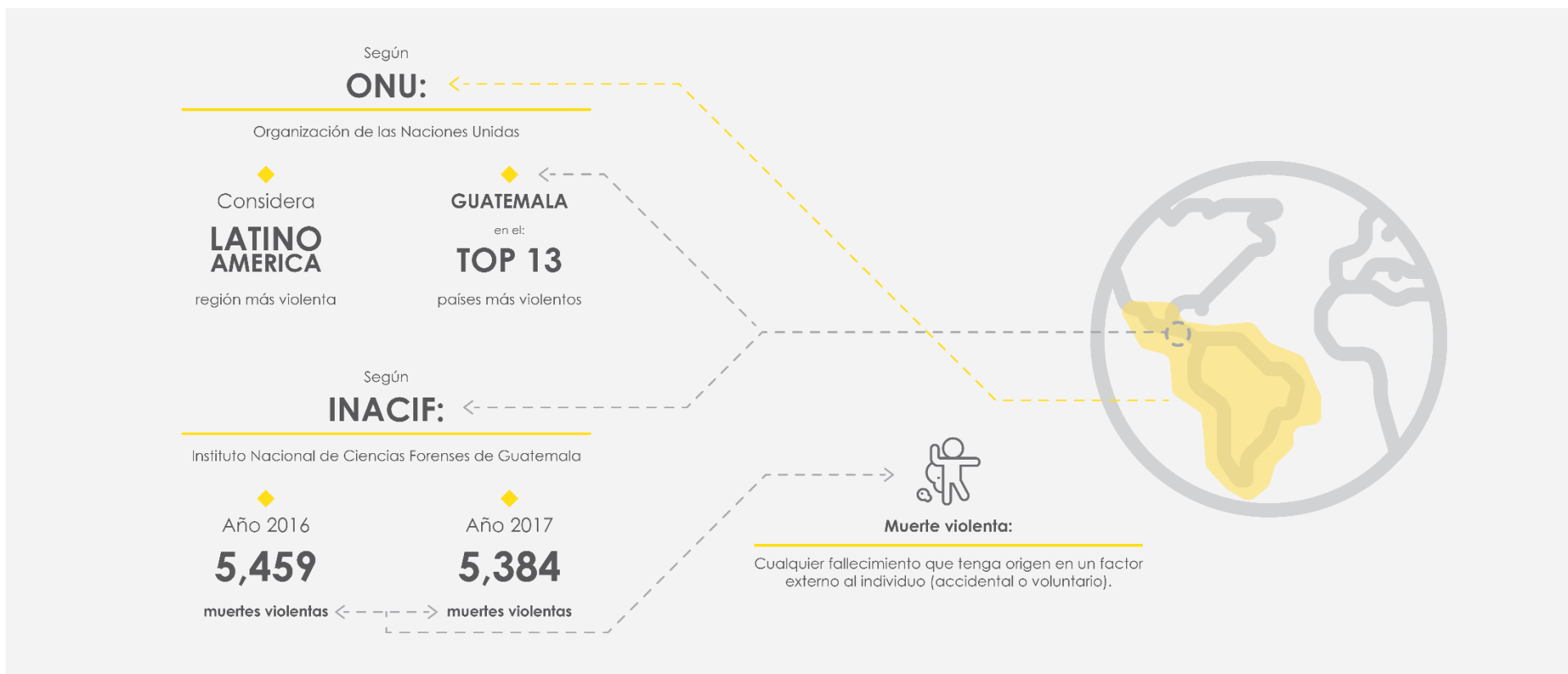


Ilustración 1. Violencia en Guatemala. Fuente: Elaboración propia.

2. CRIMINOLOGÍA

Se denomina así a una ciencia inter y multidisciplinaria cuya finalidad es el estudio, análisis, intervención, prevención y profilaxis de un crimen, como del criminal y la criminalidad.

La criminología abarca un concepto amplio que cubre desde el estudio del fenómeno criminal con el objetivo de entender sus causas y formas de manifestación; básicamente propone sus fundamentos en conocimientos propios de la psicología, la sociología y la psicopatología y toma como marco conceptual al derecho penal.

El objeto de estudio de la criminología es la conducta antisocial, aquella que se desvía de lo normalmente aceptado por la sociedad y que incluso atenta contra su integridad. La criminología parte de la premisa de que el ser humano es un ser biopsicosocial y, por ende, el delito es una conducta humana que debe explicarse como un fenómeno que abarca aspectos biológicos, psicológicos y sociológicos.

(Psicología y Mente, n.d.)

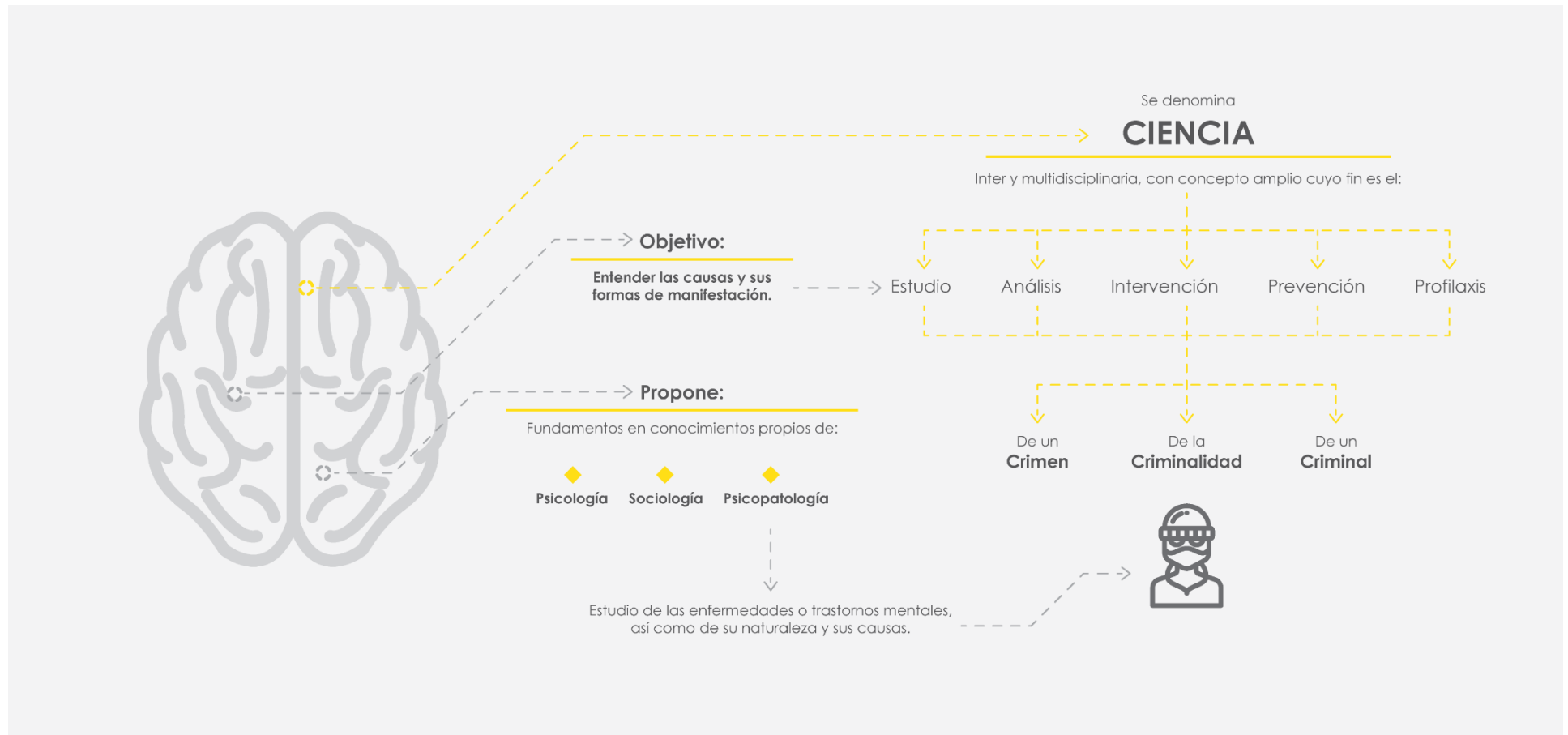


Ilustración 2. Criminología. Fuente: Elaboración propia.

2.1. Criminalística



«La criminalística es una ciencia penal natural que mediante la aplicación de sus conocimientos, metodología y tecnología al estudio de las evidencias materiales, descubre y verifica científicamente la existencia de un hecho presuntamente delictuoso y al o a los presuntos responsables aportando las pruebas a los órganos que procuran y administran justicia.»

(Criminalística, Montiel Sosa, 1984)

Ilustración 3. Definición de Criminalística por Montiel Sosa, 1984. Fuente: Elaboración propia.

La criminalística se considera una rama práctica de la criminología. El conocimiento científico resulta ser su principal herramienta para llevar a cabo su cometido.

La criminalística aplica los diferentes procedimientos y técnicas para reconstruir los hechos y, de esta manera, llegar a la verdad de lo ocurrido; es decir, si efectivamente se cometió, o no, un delito, cómo se concretó, por quién y por qué, entre otras cuestiones relevantes que le competen resolver.

Dentro de la criminalística existen aplicaciones clásicas, como la fotografía, planimetría, balística, química, huellografía y dactiloscopia, mecánica, urbanismo y paisajismo, ecología e informática, entre otras.

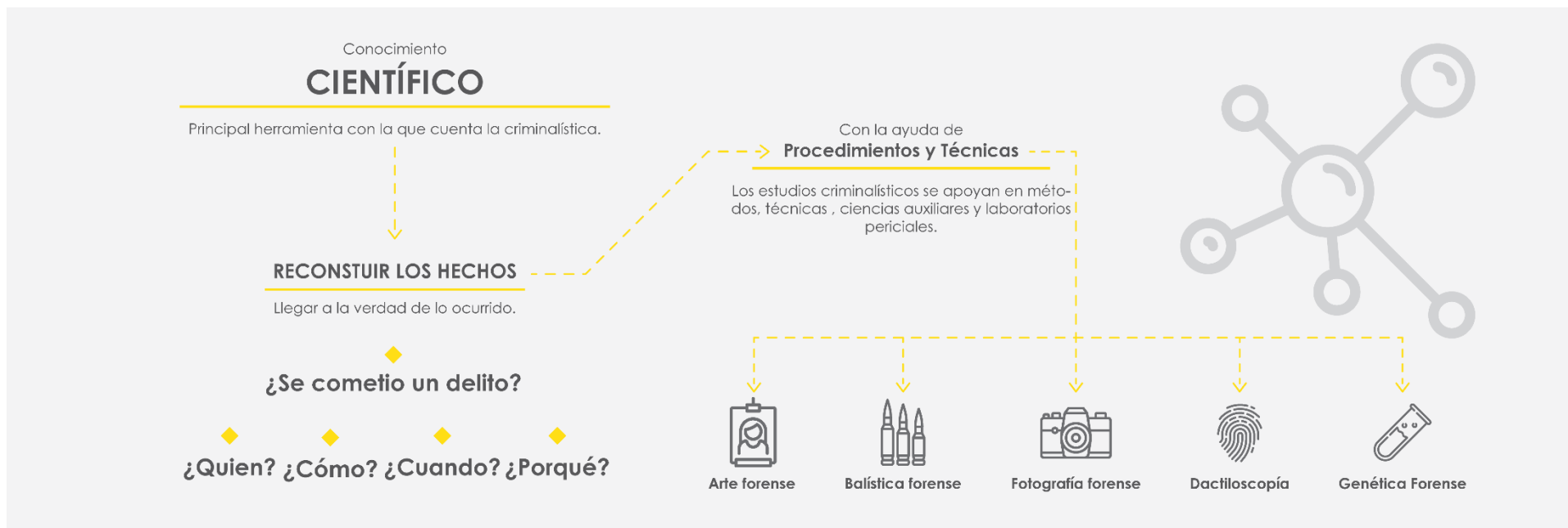


Ilustración 4. Criminalística. Fuente: Elaboración propia

2.1.1. Investigación criminalística

La investigación criminal es un conjunto de saberes interdisciplinarios y acciones sistemáticas integrados que tiene como fin primordial la búsqueda de la verdad mediante la reconstrucción histórica de los antecedentes para determinar cómo ocurrió el hecho, quién, cuándo y por qué se cometió.

La importancia de la investigación criminal reside en que el investigador tiene conocimientos amplios y profundos del desarrollo de una investigación, usa apropiadamente los recursos y sigue los pasos según el caso por investigar; además, parte de una buena planeación y coordinación con el objetivo de obtener los resultados propuestos, siempre apoyado por la criminalística, que le da el aporte técnico-científico.

(Derecho Venezolano, 2015)



Ilustración 5. Investigación Criminalística. Fuente: Elaboración propia.

2.1.2. Escena del crimen

Se define así al lugar donde fueron cometidos los hechos sujetos a investigación, donde se encuentran los rastros y restos que quedan en la víctima, victimario y, en algunos casos, en las personas que presenciaron los hechos u omisiones.

La escena del delito debe ser revisada técnicamente para buscar, descubrir, revelar y recoger huellas, señales, rastros, indicios, evidencias o pruebas que estén presentes y tiendan a establecer las circunstancias de tiempo y modo en que se cometió el ilícito y los posibles autores y partícipes.

La escena del crimen constituye una prueba y el testimonio ofrecido por el investigador de las observaciones y descubrimientos realizados en una escena inalterada es de gran importancia para la resolución exitosa de un caso.

Por ello es muy importante que la escena y sus evidencias o pruebas se recolecten y sean protegidas de agentes atmosféricos, personas ajenas a la investigación y de personal no especializado.

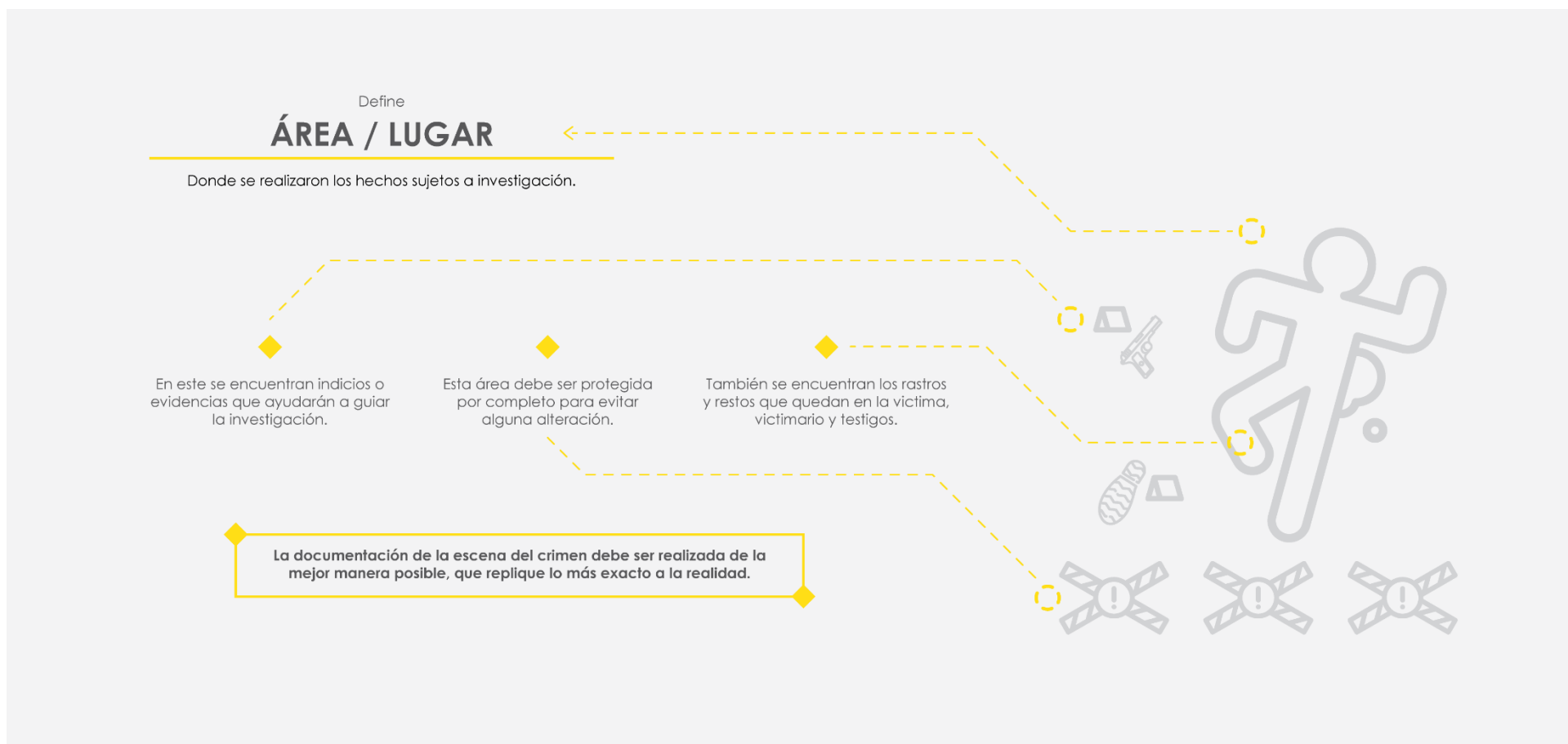


Ilustración 6. Escena del Crimen. Fuente: Elaboración propia.

2.1.3. Evidencias, indicios y pruebas

Generalmente se considera que las evidencias físicas o indicios asociativos se pueden encontrar en el lugar de los hechos (escena del crimen), pero pueden ser encontradas también en posesión de la víctima, cerca o lejos de ella. Pueden estar al mismo tiempo en posesión del autor del hecho cuando este es detenido de inmediato en el propio sitio, en sus ambientes o en otros sitios de investigación.

Evidencia, indicio y prueba son términos que se emplean con el fin de hacer referencia a todos aquellos elementos que sirven para establecer relaciones entre elementos concretos de un caso e hipotetizar, reconstruir y demostrar.

Se considera como indicio a todo aquel elemento perceptible, sea o no material, que resulta o se ve implicado de la escena de un crimen y que permite imaginar la existencia de una circunstancia determinada vinculada al suceso o crimen investigado.

Se entiende como evidencia todo aquel elemento que permite establecer de manera clara la relación entre los elementos encontrados en la escena del crimen. Puede entenderse como aquel indicio recogido que refleja una relación con otro elemento (por ejemplo, una huella dactilar).

Prueba, se denomina así a todo elemento o argumento que se emplea con el fin de demostrar la veracidad o falsedad de un hecho. Es el instrumento empleado para demostrar judicialmente un hecho y que permite alcanzar el nivel de convicción necesaria para aceptar o rechazar una idea o hipótesis concreta.

Por ello se le puede denominar pruebas a un indicio o a una evidencia cuando se emplean judicialmente. El indicio se considera más subjetivo y depende en mayor medida del investigador, mientras que la evidencia se obtiene a través del análisis objetivo de los elementos indicativos.

(Mimenza, n.d.)

Algunas de las evidencias más comunes en la escena del crimen son:

Impresiones dactilares, huellas de sangre, huellas de pisadas humanas, huellas de herramientas, armas de fuego, balas y casquillos, armas blancas, cabello humano, entre otros.



La documentación de la evidencia, indicios y pruebas debe ser realizada de la mejor manera posible, que replique exactamente a la realidad.

2.1.4. Fotografía forense

La fotografía forense es la primera medida que se utiliza en la investigación ya que permite un registro permanente de cómo fue encontrado el escenario de los hechos. Esto quiere decir que cuando el investigador tenga en sus manos el documento gráfico, recordará lo que encontró originalmente en el lugar de los hechos, así como lo que haya visto en el lugar, como la posición del cadáver, las manchas de sangre, las huellas o cualquier otro tipo de evidencia que sean útiles e importantes para la investigación criminalística.

La fotografía forense juega un papel importante en la investigación criminal. Esta disciplina se encarga de captar todos los detalles de la escena del crimen, incluyendo aquellos que de un primer vistazo se escapan al ojo humano y retrata a la perfección lugares, objetos y personas, lo que es vital para la investigación.



Ilustración 8. Fotógrafo forense en escena del crimen. Fuente: <http://bit.ly/2LMOrJH>

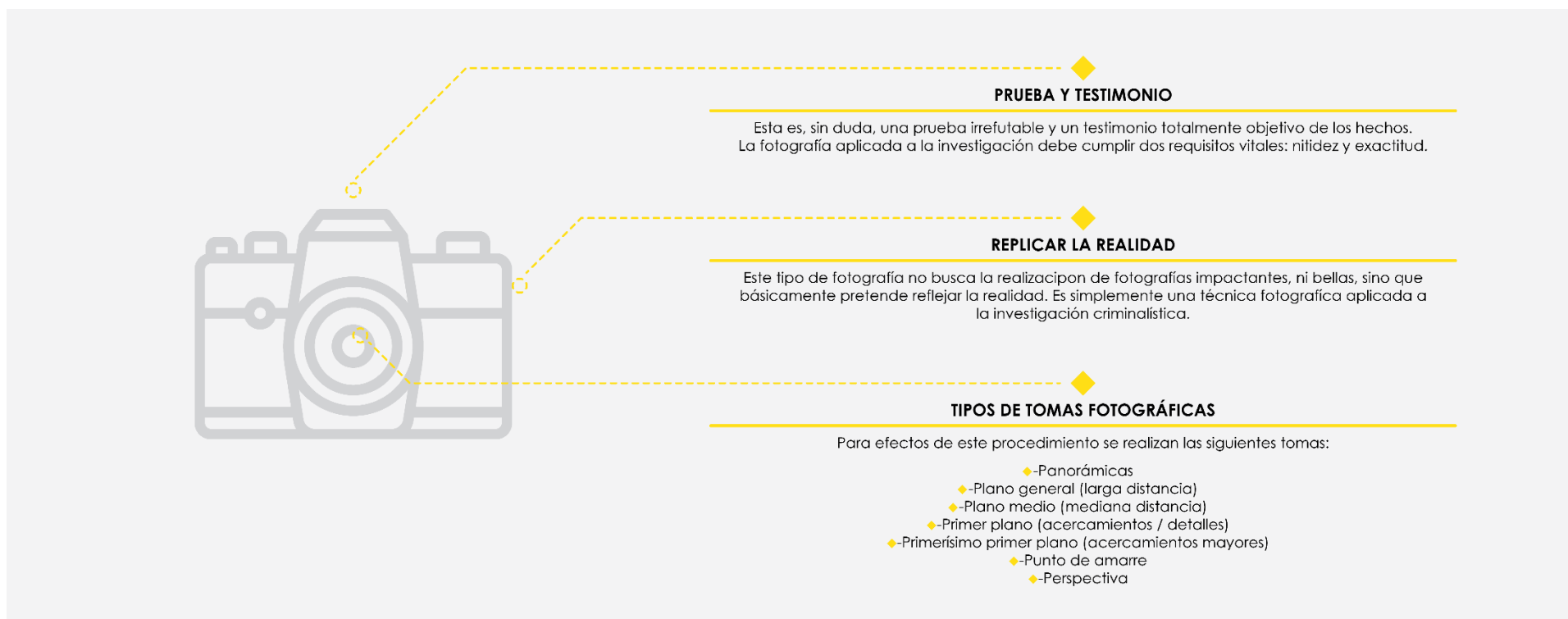


Ilustración 9. Características de la Fotografía Forense. Fuente: Elaboración propia.

2.1.4.1. Fotografía de primer plano

La fotografía de primer plano o de detalle abarca específicamente el punto que es necesario resaltar; para ello, la toma se efectúa con aproximación y circunscrita al detalle.

Se realizan tomas a muy corta distancia precisamente para mostrar los detalles de un indicio o evidencia que se encuentra en la escena del crimen. En este tipo de fotografía siempre se debe anexar un testigo métrico.

2.1.4.2. Fotografía de aproximación

La fotografía de aproximación también es conocida como macrofotografía. Esta se emplea cuando se considera importante ampliar pequeños detalles o huellas. Se aplica en impresiones dactilares, manchas, heridas y entre otros (en algunos casos también debe ser colocado el testigo métrico).

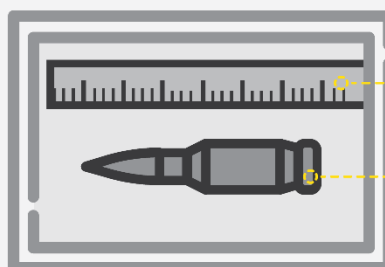


Ilustración 11. Detalle de Evidencia. Fuente: <http://bit.ly/2kGpeEy>

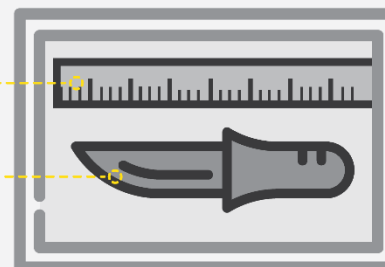


Importa resaltar el indicio o evidencia por fotografiar. Debe colocarse un testigo métrico para captar toda la información posible en una imagen (en este caso, referencia de tamaño).

Fotografía 1



Fotografía 2



Testigo métrico

Evidencia

Ilustración 10. Características de Fotografía de primer plano. Fuente: Elaboración propia.

2.1.5. Fotógrafo forense

Los fotógrafos forenses producen un registro visual permanente de los accidentes y escenas del crimen para su uso como evidencia en los tribunales. Las fotografías forenses se utilizan para la medición o el análisis, para acompañar informes forenses, artículos o trabajos de investigación.

Los fotógrafos forenses realizan todas las tomas que permitan ilustrar de forma gráfica el contenido de un dictamen. Su intervención está determinada por la amplitud y profundidad del dictamen de la especialidad que corresponda.

Generalmente llegan primero a la escena del crimen para retener en una imagen cada uno de los elementos antes de que se toque o se mueva algo.

Producen grabaciones detalladas de todas las pruebas disponibles en la escena, incluidas fotografías generales, así como imágenes precisas de marcas de neumáticos, huellas dactilares, huellas, salpicaduras de sangre, agujeros de bala y otras pruebas únicas. Por ello, los fotógrafos forenses cumplen una función sumamente importante en la escena del crimen.

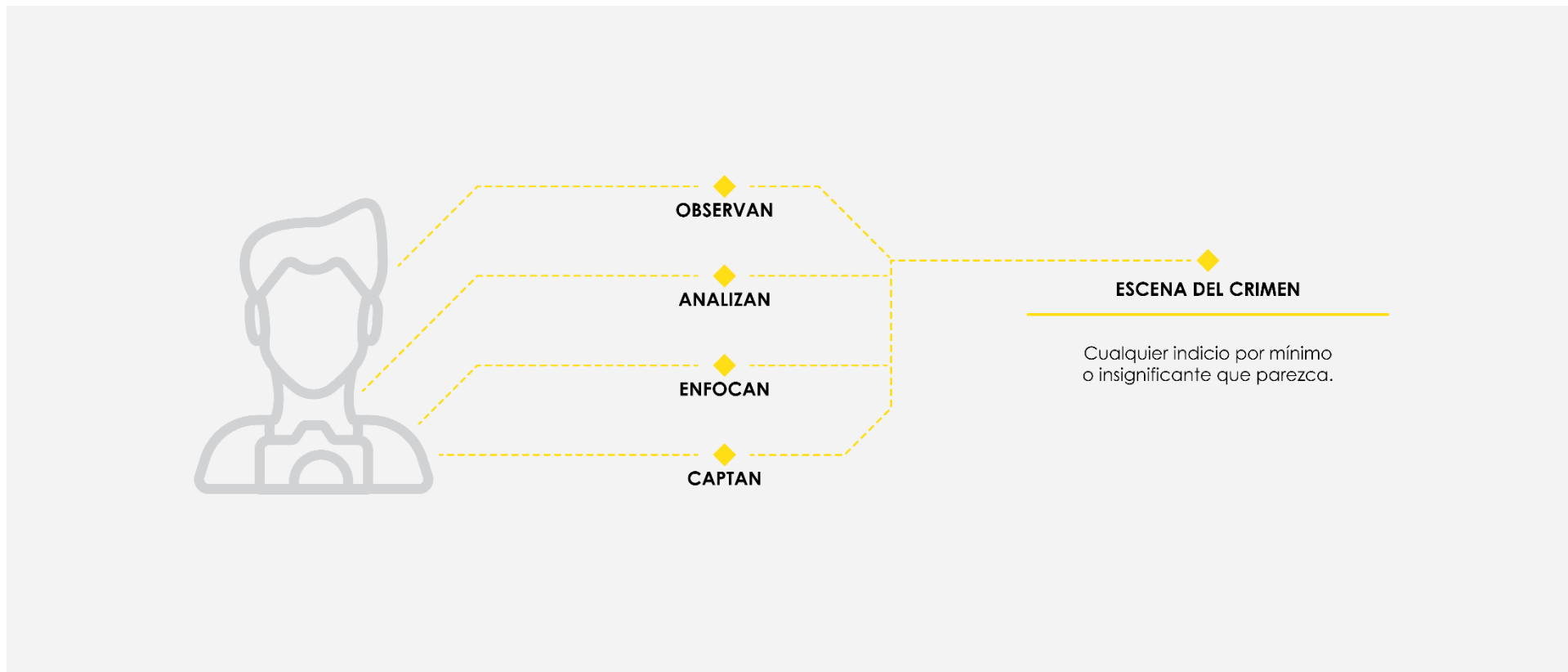


Ilustración 12. Fotógrafos Forenses. Fuente: Elaboración propia.

2.1.6. Equipo del fotógrafo forense

Existen diversos departamentos de fotografía forense, los cuales deben contar con un equipo apto y apropiado para realizar sus funciones y captar lo más exactamente posible la realidad, hasta el más mínimo detalle. Para ello se requieren diferentes tipos de cámaras, lentes y otros materiales.



Ilustración 13. Fotógrafo forense. Fuente: <http://bit.ly/2IzSuIZ>



Ilustración 14. Equipo del fotógrafo forense. Fuente: Elaboración propia.

2.1.6.1. Testigo métrico

Es una unidad de medida que se utiliza en la toma de fotografía de primer plano. Su fin es determinar el tamaño o escala de un objeto o lesión. Su ubicación es vertical y horizontal con respecto al elemento o evidencia documentado, se debe tener en cuenta utilizar testigos métricos de la misma unidad de medida (pulgadas o centímetros) y del tamaño indicado al fotografiar la evidencia.

Su aplicación es de gran importancia ya que al fotografiar una escena del crimen, se debe registrar el máximo de información útil que permita entender dónde y cómo fueron los hechos.

La inclusión de la escala o testigo métrico permite calibrar la imagen en programas de procesamiento de imágenes.

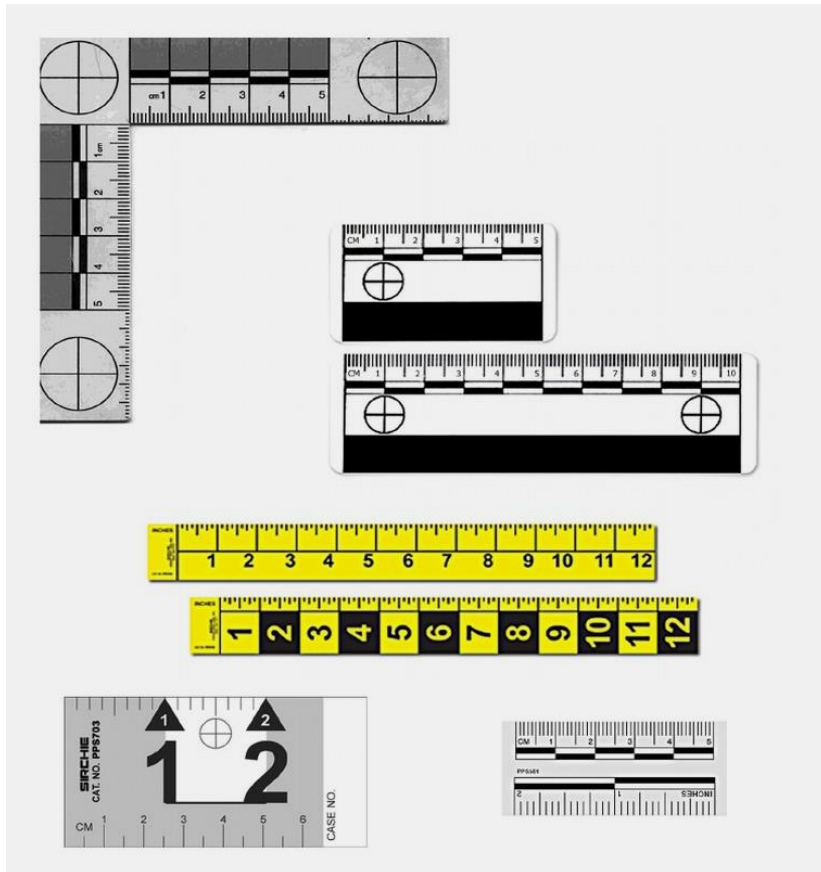


Ilustración 16. Varios testigos métricos. Fuente: <http://bit.ly/2LcnEFC>

Además, la escala debe estar en el mismo plano que las impresiones para una calibración precisa. Una ligera variación en la altura entre la impresión y la escala dará como resultado una variación durante la calibración. Para alinear la escala y la impresión, puede ser necesario elevar la escala o bajarla a la superficie.

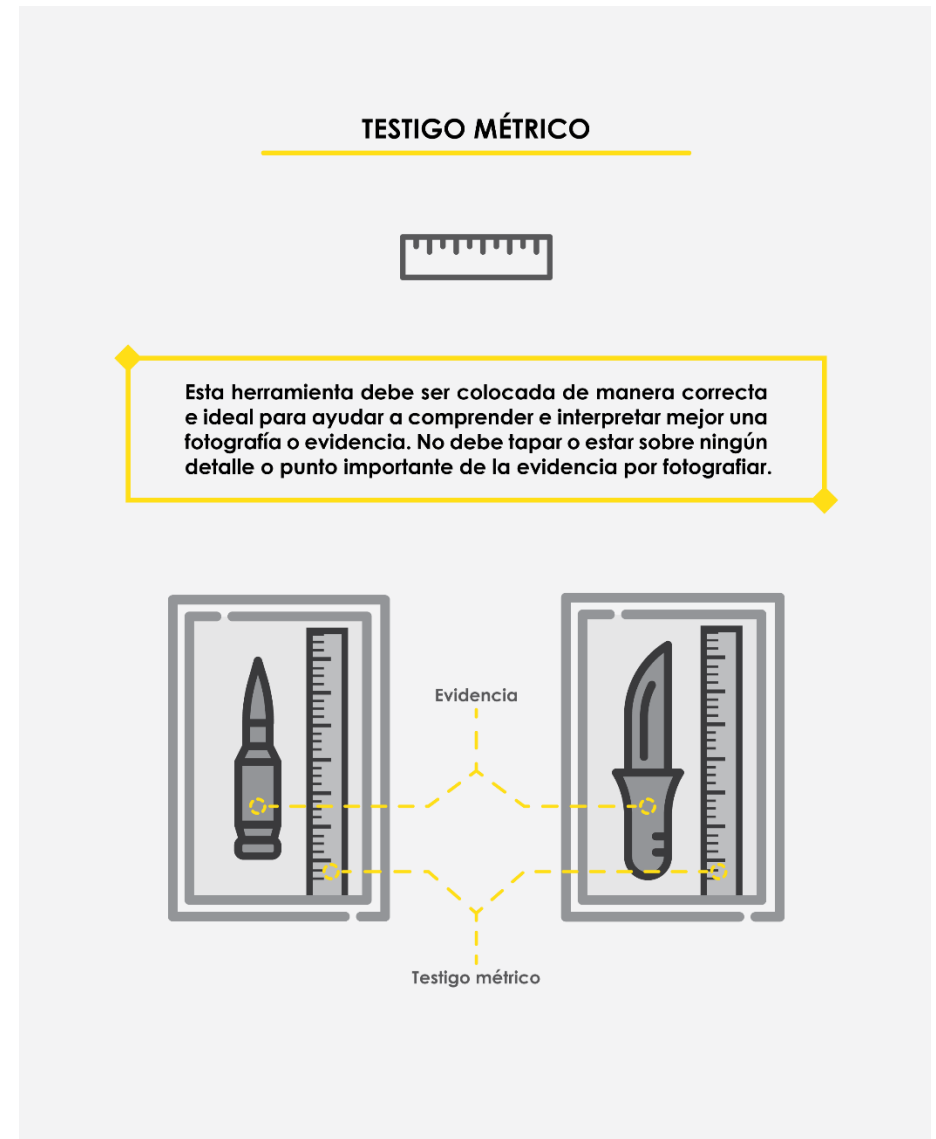


Ilustración 15. Característica del testigo métrico. Fuente: Elaboración propia.

2.1.6.1.1. Método de colocación tradicional

La colocación tradicional del testigo métrico que se aplica y que se enseña regularmente consiste en ponerlo al lado y en la misma superficie en la que se encuentra el indicio por fotografiar, sin importar su tamaño, altura o posición en la que se encuentre.



Ilustración 17. Colocación tradicional de testigo métrico 1. Fuente: <http://bit.ly/2J5fKNH>

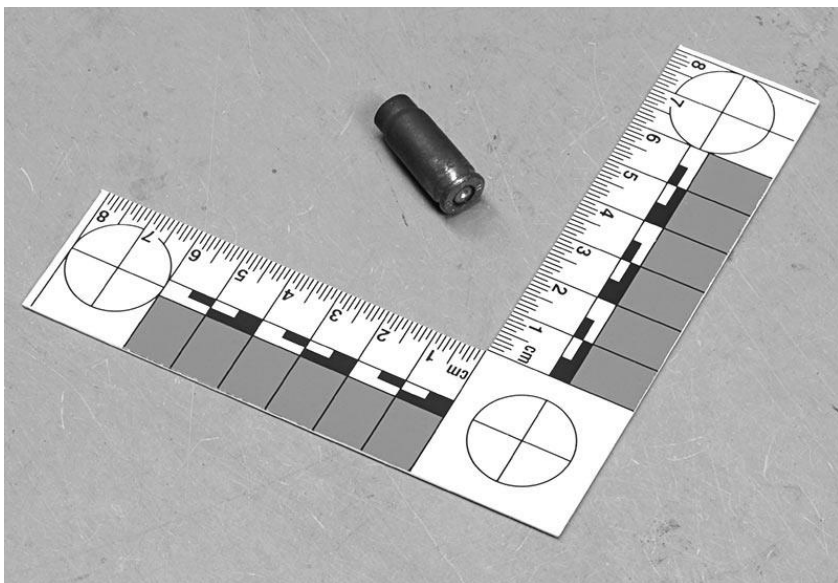


Ilustración 18. Colocación tradicional de testigo métrico 2. Fuente: <http://bit.ly/2HajBaa>

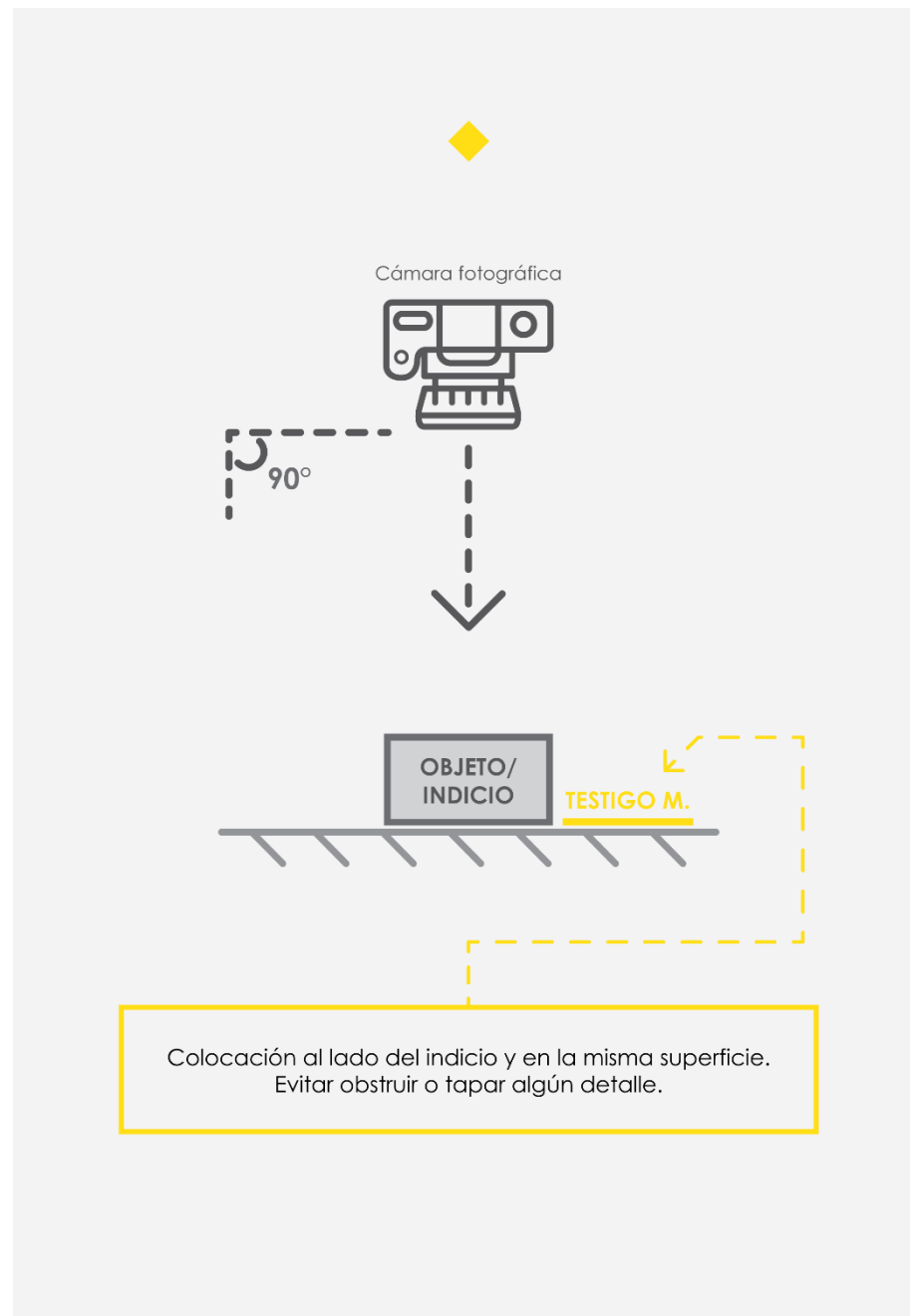


Ilustración 19. Descripción del método tradicional. Fuente: Elaboración propia.

2.1.6.1.2. Método de colocación restablecido

En el 2017 se impartió un curso de capacitación para técnicos forenses en Tampa, Florida, Estados Unidos, por NFSTC (National Forensic Science Technology Center), en el cual se presentó un método de colocación mejorado para el testigo métrico.

El método consta en que el testigo métrico sea colocado al mismo nivel del borde delantero del indicio o elemento por fotografiar. Se aseguró que este método es el más indicado para la fotografía de primer plano porque el testigo métrico estaría a la misma distancia de la cámara como del indicio.

Se respalda en que, debido a que los indicios o evidencias por fotografiar tienen diferentes alturas nuestra vista crea profundidad porque tenemos dos ojos, pero la cámara solo un lente. La cámara aplana la vista para los artículos del mismo tamaño, pero a distancias (profundidades) distintas parecen ser de diferentes tamaños.

Este método sugiere que las fotografías de alta calidad que usan el testigo métrico deben llenar el marco con la información deseada y asegurar que la parte trasera de la cámara quede paralela a la superficie que fotografía, logrando evitar problemas al momento de que un analista agrande las imágenes al tamaño natural.

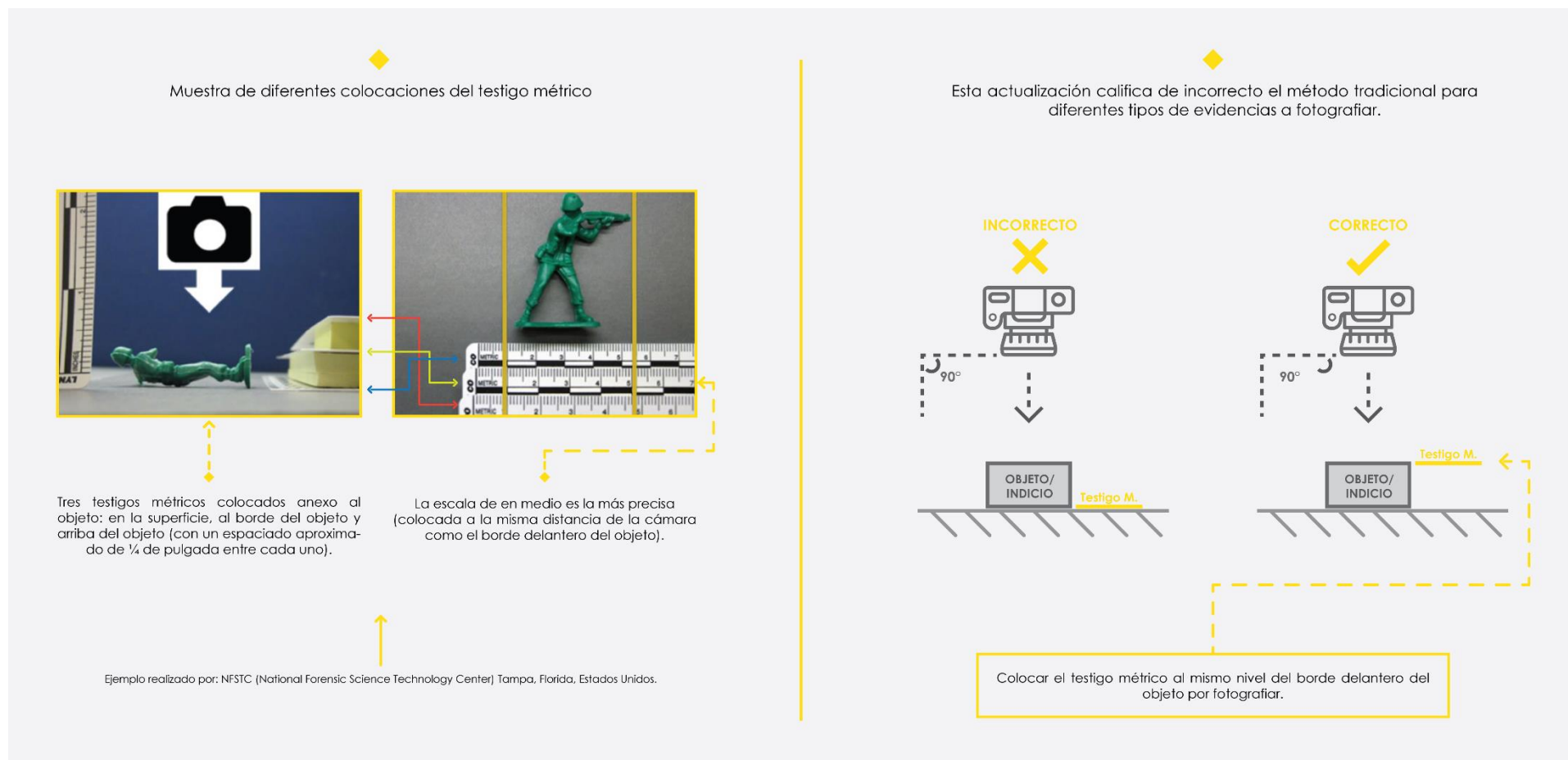


Ilustración 20. Método de colocación de testigo métrico restablecido por NFSTC. Fuente: Elaboración propia.

3. PERFIL DEL CLIENTE

El Ministerio Público (MP) de Guatemala

Es una institución auxiliar de la administración pública y de los tribunales, con funciones autónomas cuyo fin principal es velar por el estricto cumplimiento de las leyes de Guatemala. En el ejercicio de esa función, el Ministerio Público perseguirá la realización de la justicia, y actuará con objetividad, imparcialidad y con apego al principio de legalidad, en los términos que la ley establece. (Diccionario Municipal de Guatemala, 2009).

La misión del MP es promover la persecución penal, dirigir la investigación de los delitos de acción pública y velar por el estricto cumplimiento de las leyes del país (Ministerio Público, s.f.).

Su visión es ser una institución eficiente, eficaz y transparente que, con apego al principio de legalidad, contribuya a la consolidación del Estado de derecho (Ministerio Público, s.f.).



Ilustración 21. Sede del Ministerio Público de Guatemala. Fuente: <http://bit.ly/2kCBaXF>

MINISTERIO PÚBLICO DE GUATEMALA PRESUPUESTO APROBADO EN 2017 Y SOLICITADO EN 2018

PRESUPUESTO	MONTO
APROBADO EN 2017	Q1,842,000,000
SOLICITADO EN 2018	Q2,617,741,006

Fuente de Información: Ministerio Público.

Ilustración 22. Presupuesto del MP. Fuente: Elaboración propia.

Los objetivos generales del Ministerio Público son:

- Velar por el estricto cumplimiento de la ley, a fin de cimentar un estado real de derecho y contribuir a consolidar el sistema democrático.
- Asegurar la investigación de la verdad, practicando todas las diligencias pertinentes y útiles para el esclarecimiento del delito, considerando todas las circunstancias de importancia para la efectiva aplicación de la ley.
- Combatir y vencer la impunidad proporcionando las bases que permitan la efectiva administración de justicia y, con ello, fortalecer la credibilidad del sistema democrático.

(WikiGuate, 2016)

Ministerios públicos de países extranjeros

En algunos países también es conocido como ministerio fiscal, fiscalía general o procuraduría general. Es un organismo público al que se le atribuye la representación de los intereses de la sociedad mediante el ejercicio de las facultades de dirección de la investigación de los hechos delictivos, de protección de víctimas y testigos, de titularidad y sustento de la acción penal pública.

En países como Argentina, Chile, Costa Rica y otros se le conoce como Ministerio Público. Por ejemplo, en México es conocido como Procuraduría General de la República y, en Colombia, como Fiscalía General de la Nación. El nombre de la institución puede variar en diferentes partes del mundo pero conllevan el mismo objetivo: la investigación de hechos delictivos.



Ilustración 23. Edificio Regional del Ministerio Público de Honduras. Fuente: <http://bit.ly/2Lbr1g5>

Cada uno de estos organismos que abarcan todo lo relacionado con investigaciones criminales o ciencias forenses (principalmente en lo enfocado en la aplicación de fotografía forense) tiende a mantener un trabajo eficaz y mejora constante de herramientas, técnicas y procesos por medio del avance tecnológico y de la enseñanza.

Instituciones de aprendizaje

Existen varias instituciones o universidades en donde se transmiten los conocimientos de las diferentes disciplinas de la criminalística con el fin formar investigadores o técnicos en investigaciones forenses capacitados. Estas instituciones usualmente proporcionan equipos específicos para la formación o capacitación de los estudiantes.



Ilustración 24. Procuraduría General de la República de México. Fuente: <http://bit.ly/2LaVSZT>

4. PERFIL DEL USUARIO

4.1.1. Técnicos en investigaciones forenses

Los técnicos en investigaciones criminales y forenses llevan a cabo el procesamiento de la escena del crimen, en el cual se aplican diferentes disciplinas, cada una con diferentes métodos específicos para su procesamiento. Algunas de las disciplinas que se pueden desempeñar son la fotografía forense, la dactiloscopia, la planimetría o búsqueda. Cada disciplina requiere un equipo necesario y apto para que cada técnico o investigador pueda aplicarla de una manera ideal y cumplir con los objetivos de la institución para la que trabaja.

En la ciudad capital de Guatemala, usualmente un técnico en investigaciones criminalísticas realiza un turno de 24 horas continuas, cada semana, siempre y cuando las necesidades no requieran más tiempo. Luego, realizan trabajo de apoyo en las instalaciones u otras tareas durante la semana. Existe un aproximado de dos mil técnicos en investigación criminalística en el país y cada uno de ellos conoce la fotografía forense.

El rango de edades de los técnicos forenses que realizan trabajo de campo en el Ministerio Público de Guatemala está entre los 20 a 50 años.

Los futuros técnicos e investigadores también aplican, desde ya, las disciplinas de la criminalística de manera externa en alguna otra institución.

Nivel socioeconómico adecuado: C1, C2, C3 y D1 (En Guatemala).

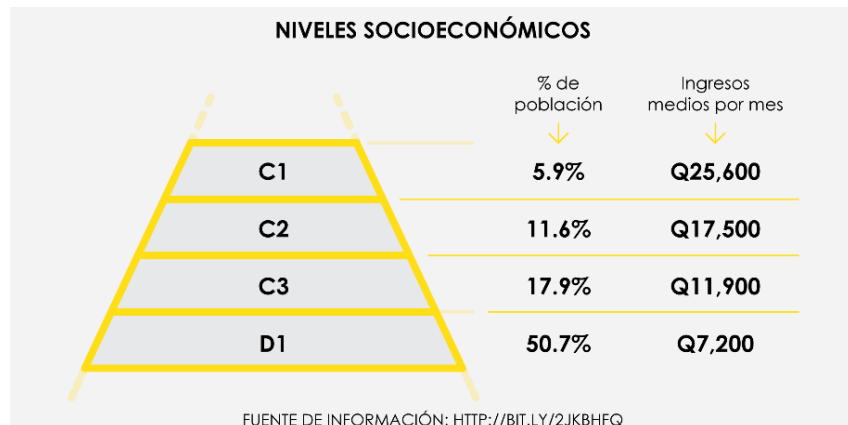


Ilustración 25. Niveles Socioeconómicos. Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Fotógrafos forenses

Los fotógrafos forenses son quienes llegan primero a la escena del crimen y producen un registro visual permanente de los accidentes y escenas del crimen para su uso como evidencia en los tribunales. Realizan todas las tomas que permitan ilustrar el contenido de un dictamen. Su intervención está determinada por la amplitud y profundidad del dictamen de la especialidad que corresponda.

Registran visualmente todas las pruebas disponibles en la escena o evidencias que se les entregan para documentarlas en sus instalaciones. El proceso incluye fotografías generales, así como imágenes precisas de marcas de huellas dactilares, salpicaduras de sangre, agujeros de bala y otras. Por ello, los fotógrafos forenses tienen un rol importante en la escena del crimen.

Cada fotógrafo forense, tanto en Guatemala como en el extranjero, requiere una gran exactitud para captar de la mejor manera cada detalle de la escena, disminuyendo el margen de error y apoyándose con el mejor equipo posible que les proporciona la institución en la que laboran. Dicho equipo permite hacer un trabajo eficaz, por lo que debe estar siempre apto y permitir elaborar un trabajo sin riesgo y sin contratiempos.

A pesar de que se emplea la fotografía forense en muchas partes del mundo y en cada una se aplican métodos o técnicas ligeramente diferentes entre sí, el objetivo sigue siendo el mismo: documentar cada detalle o indicio de una escena del crimen de una manera exacta, realista y con la mayor información posible.



Ilustración 26. Fotógrafo forense del MP en la escena. Fuente: <http://bit.ly/2HakfV8>

4.1.3. Pasos de un técnico forense en Guatemala

Pasos generales que realiza un técnico forense en una escena del crimen, proporcionados por un técnico del Ministerio Público de Guatemala (algunos de los siguientes pasos pueden variar en método y orden, así como realizarse simultáneamente).

Punto donde se interviene = ●

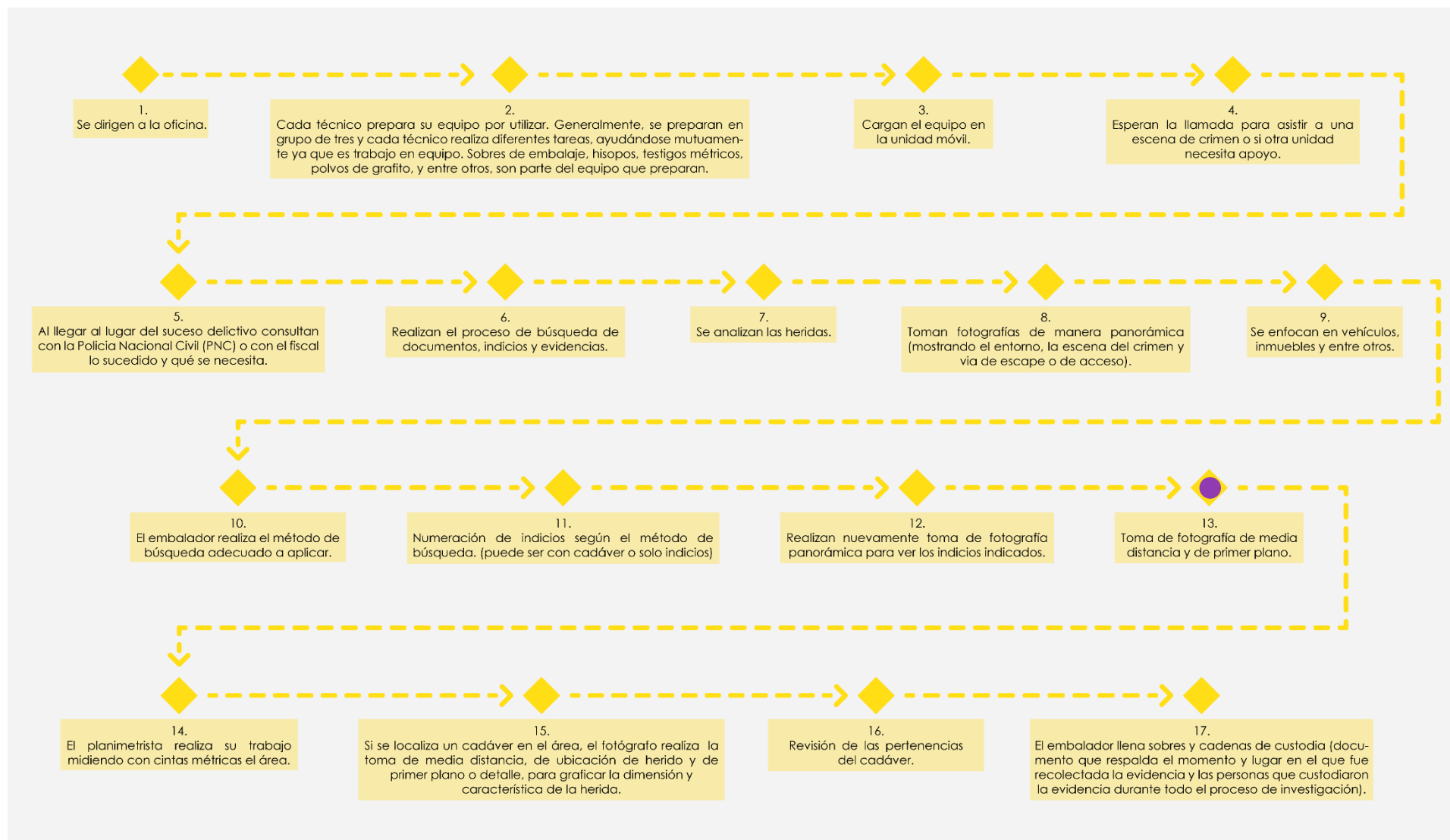


Ilustración 27. Pasos generales de un técnico forense en Guatemala. Fuente: Elaboración propia.

5. SITUACIÓN ACTUAL

La criminalística y las disciplinas que emplea son importantes para la resolución de hechos delictivos en cualquier parte del mundo. Con el avance de la ciencia, la tecnología y los estudios realizados se ha mejorado constantemente la aplicación de esas disciplinas (la fotografía forense es una de ellas).

En Guatemala se toma muy en serio la criminalística debido a la elevada tasa de criminalidad en el país. Guatemala es considerado el decimotercer país más violento del mundo por la Organización de las Naciones Unidas. En este país se considera que un investigador criminal y forense se encarga de estudiar los hechos delictivos, el entorno, sus protagonistas y los móviles y que para ello aplica las técnicas adecuadas en el manejo de la escena del crimen. El investigador debe aprender diferentes técnicas y disciplinas que empleará en la investigación criminal, como la fotografía forense, la dactiloscopia, la planimetría, la balística, entre otras.

Actualmente, en Guatemala es posible obtener un título a nivel técnico o de licenciatura en esta disciplina en la Universidad Rafael Landívar, Universidad Galileo y Universidad Mariano Gálvez.

Las principales instituciones que aplican la criminalística y sus diferentes disciplinas en el país de Guatemala son el Ministerio Público de Guatemala y el Instituto de Ciencias Forenses de Guatemala. Estas dos instituciones también suelen trabajar en conjunto y son las instituciones con mayor posibilidad de empleo para los investigadores forenses, ya que el campo laboral para esa profesión es muy específico.

Cada ministerio público (o el nombre que lleve esta institución) de diferentes países del mundo poseen diversos rangos de presupuesto. Esto conlleva una diferencia de personal capacitado, equipo disponible y calidad de trabajo. Dicho presupuesto también está en función de los diferentes rangos de criminalidad o violencia de cada país. Como ya se indicó, Guatemala tiene una alta tasa de criminalidad, por eso requiere mayor cantidad de personal.

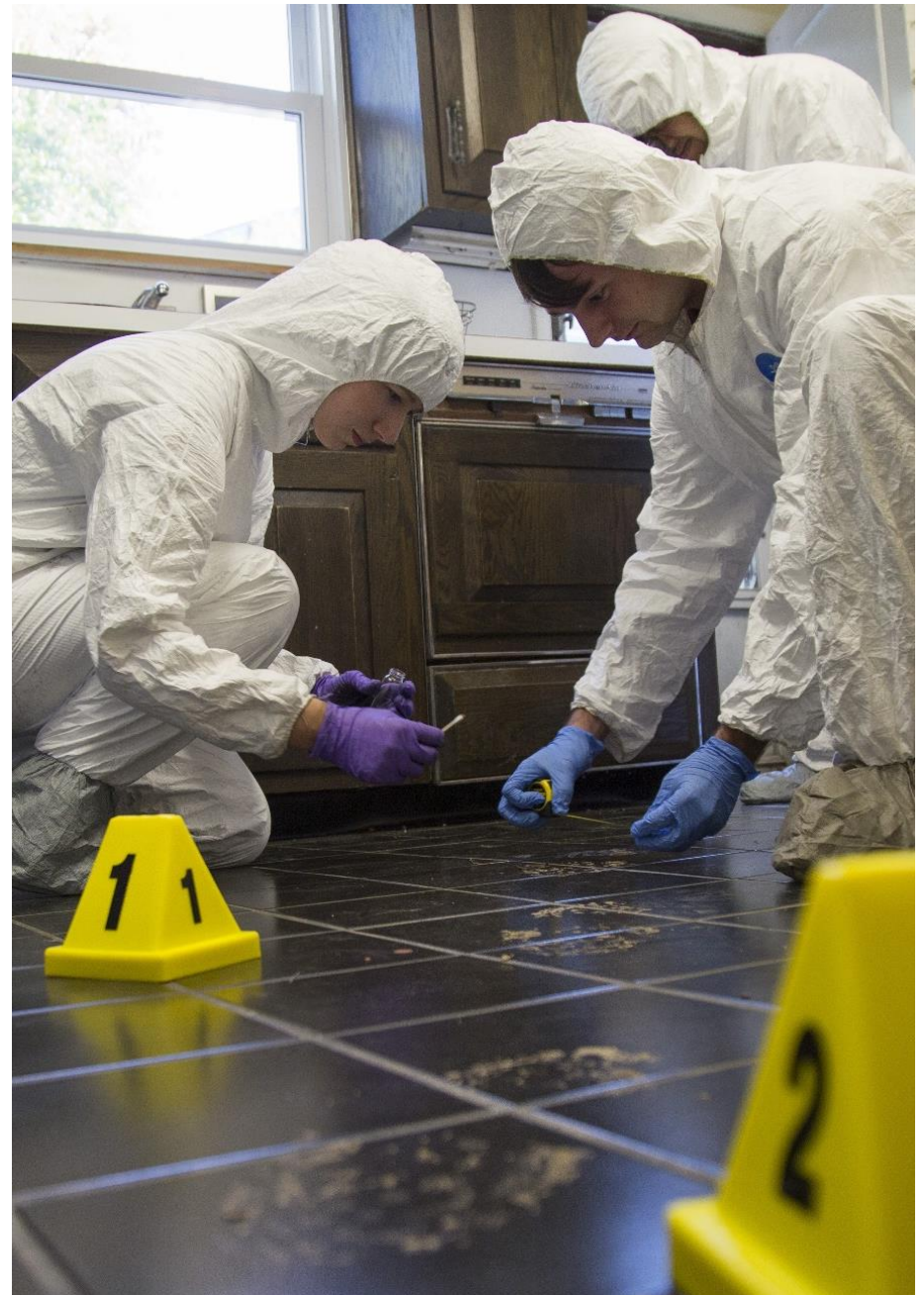


Ilustración 28. Investigadores tomando muestras. Fuente: <http://bit.ly/2siqqCb>

5.1. Fotografía forense

La fotografía forense se aplica en todo el mundo, incluyendo Guatemala, ya que se considera indispensable para el registro permanente de cómo fue hallada la escena del crimen y un método probatorio en la investigación y resolución de hechos delictivos. Esta disciplina del área criminalística es aplicada por licenciados y técnicos en investigación criminal y forense.

Cada uno de estos fotógrafos tienen un equipo predeterminado que puede utilizar: cámara, flash, memorias, testigos métricos, etc.; sin embargo, la variación y cantidad de equipo depende mucho del presupuesto disponible de cada institución. Es por ello que en algunos países con mayor presupuesto se tiene acceso a más y mejor tecnología y así como a mejores capacitaciones.

En Guatemala, el equipo es escaso y su transporte está a cargo de cada técnico, quien suele transportarlo en bolsas plásticas, en mochilas pequeñas o en sus chalecos de campo.

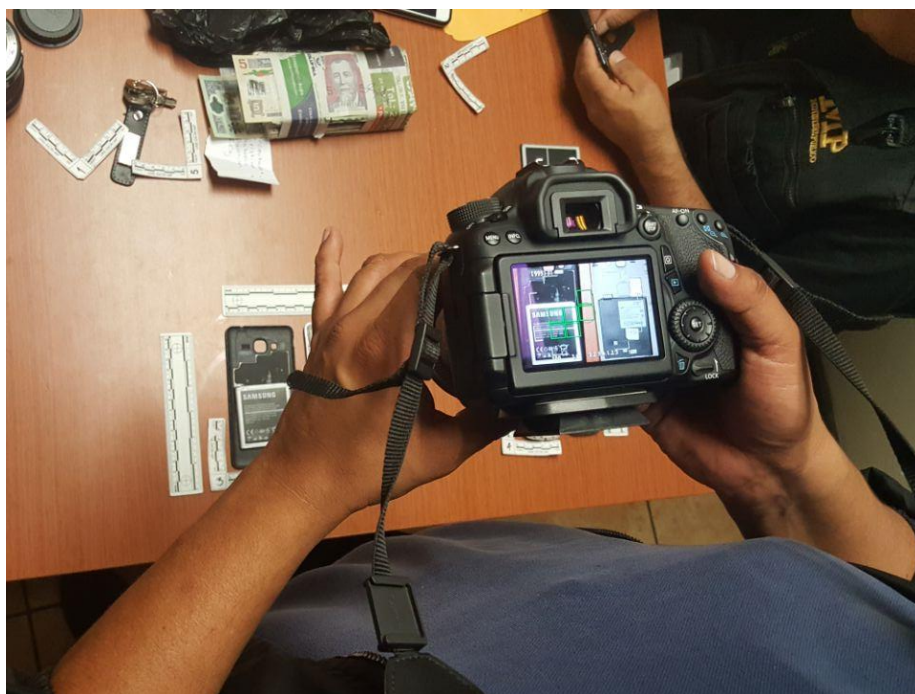


Ilustración 29. Fotógrafo del MP captando evidencias. Fuente: Propia.

5.1.1. Colocación del testigo métrico

En Guatemala, los fotógrafos forenses del Ministerio Público al aplicar la fotografía forense de primer plano utilizan el método de colocación de testigo métrico tradicional: lo colocan sobre la misma superficie en la que se encuentre el objeto a fotografiar, sin importar si se trata de objetos con alturas diferentes. Esto no solamente sucede en Guatemala, sino que es la aplicación tradicional en la mayor parte del mundo.

Gran parte de los fotógrafos que aplican la toma de primer plano o de detalle en Guatemala desconoce el método restablecido por la NFSTC (National Forensic Science Technology Center), el cual es ideal para objetos de diferentes alturas.

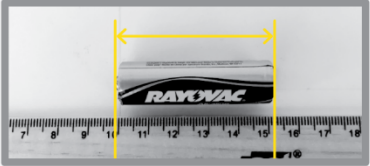
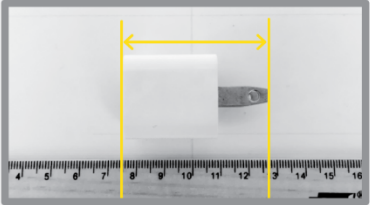
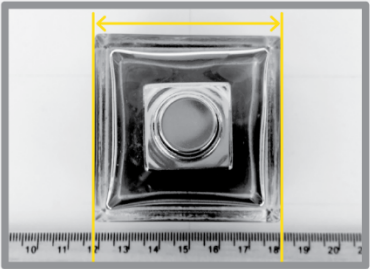
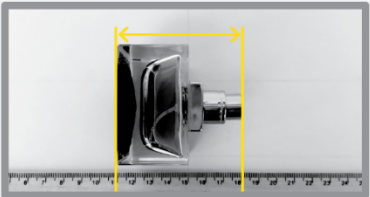

Por otra parte, el personal que conoce ese método no lo aplica correctamente pues improvisan al utilizar objetos externos, no oficiales, como plastilina, papel, cartón o algún otro objeto para elevar el testigo métrico a la altura deseada; esto sucede por la falta de una herramienta accesible y específica para ese uso, lo cual implica riesgos de daño a la escena y pérdida de tiempo.



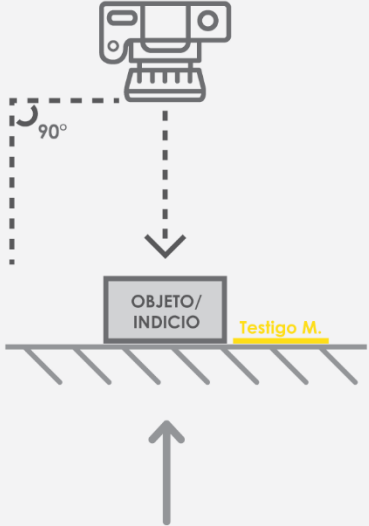
Ilustración 30. Aplicación de testigos métricos en evidencia. Fuente: Propia

5.1.1.1. Análisis de colocación actual

Pruebas realizadas con objetos de diferentes formas y alturas.

Medida correcta: 50 mm		Medida en fotografía: 53 mm ✗
Medida correcta: 44 mm		Medida en fotografía: 52mm ✗
Medida correcta: 52 mm		Medida en fotografía: 63 mm ✗
Medida correcta: 56 mm		Medida en fotografía: 72 mm ✗
Medida correcta: 70 mm		Medida en fotografía: 80 mm ✗

✓ = Exacto
○ = El que mejor se aproxima
✗ = Inexacto



Testigo métrico colocado en la misma superficie del objeto

Ilustración 31. Análisis de Colocación Actual (parte 1). Fuente: Elaboración propia.

Algunos objetos se encuentran acostados o en ángulos:

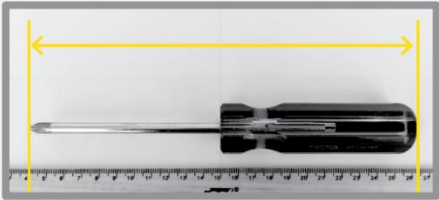

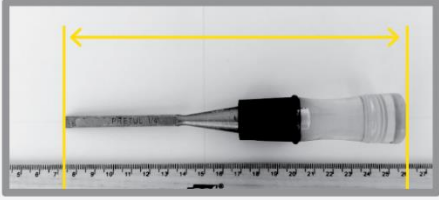





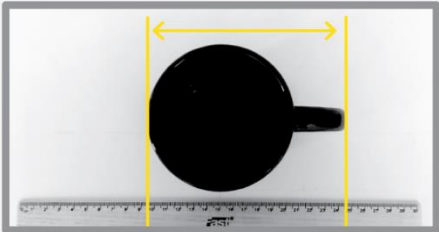
Medida correcta: 211 mm		→ Medida en fotografía: 223.5 mm ✗	→ 
Medida correcta: 180 mm		→ Medida en fotografía: 187 mm ✗	→ 
Medida correcta: 222 mm		→ Medida en fotografía: 227 mm ✗	→ 
Medida correcta: 222 mm		→ Medida en fotografía: 229.5 mm ✗	→ 
Medida correcta: 117 mm		→ Medida en fotografía: 151 mm ✗	↑ Posición del objeto (algunos se encuentran acostados con su eje central arriba de la superficie, recto o en ángulo).

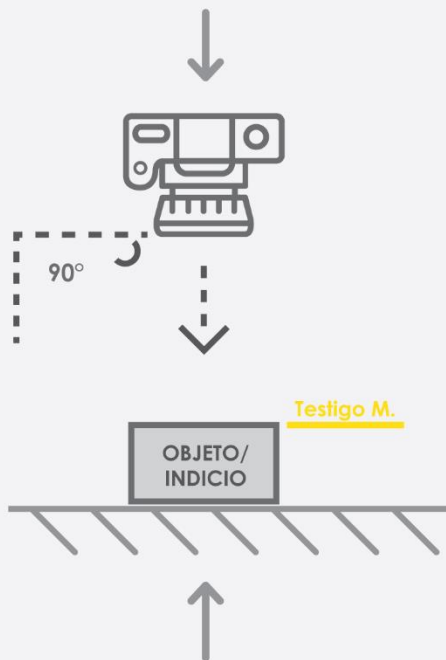
Ilustración 32. Análisis de colocación actual (parte 2). Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.2. Análisis de colocación restablecido

Pruebas realizadas con base en el método restablecido

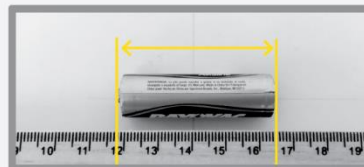
- ✓ = Exacto
- = El que mejor se aproxima
- ✗ = Inexacto

Método sugerido por la NFSTC (National Forensic Science Technology Center) en Tampa, Florida, Estados Unidos.



Testigo métrico colocado al borde delantero o al más alto del objeto por fotografiar.

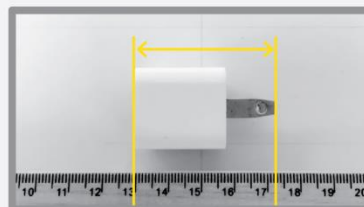
Medida correcta: 50 mm



Medida en fotografía: 56 mm



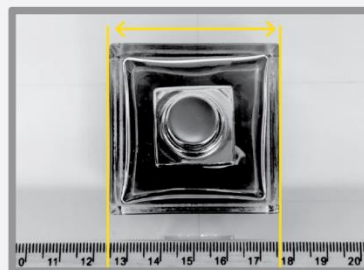
Medida correcta: 44 mm



Medida en fotografía: 44 mm



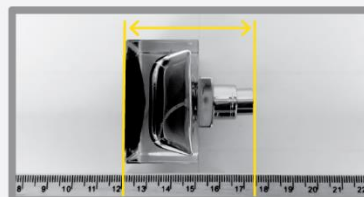
Medida correcta: 52 mm



Medida en fotografía: 52 mm



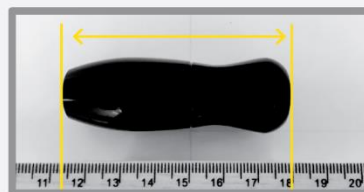
Medida correcta: 56 mm



Medida en fotografía: 54 mm



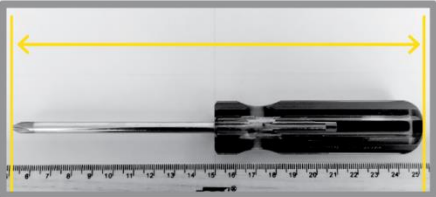

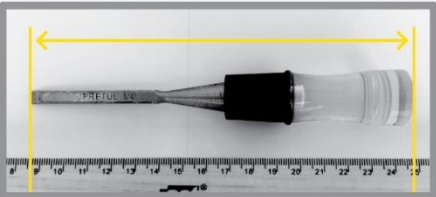

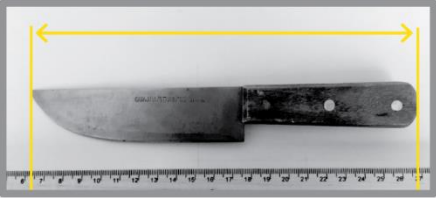





Medida correcta: 70 mm



Medida en fotografía: 67 mm



Algunos objetos se encuentran acostados o en ángulos:

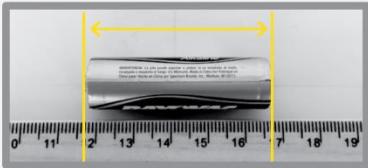
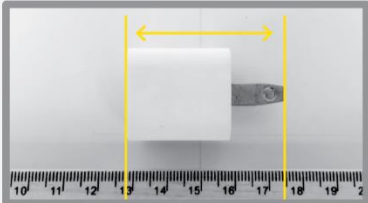
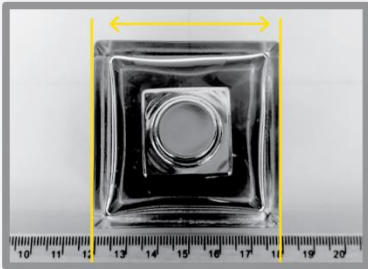
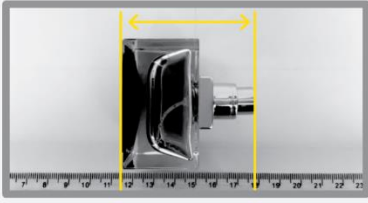
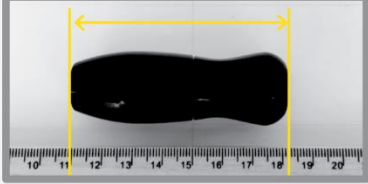
Medida correcta: 211 mm		→	Medida en fotografía: 202 mm ✗	→	
Medida correcta: 180 mm		→	Medida en fotografía: 162 mm ✗	→	
Medida correcta: 222 mm		→	Medida en fotografía: 205 mm ✗	→	
Medida correcta: 222 mm		→	Medida en fotografía: 218 mm ✗	→	
Medida correcta: 117 mm		→	Medida en fotografía: 103 mm ○	→	

↑
Posición del objeto
(algunos se encuentran acostados con su eje central arriba de la superficie, recto o en ángulo).

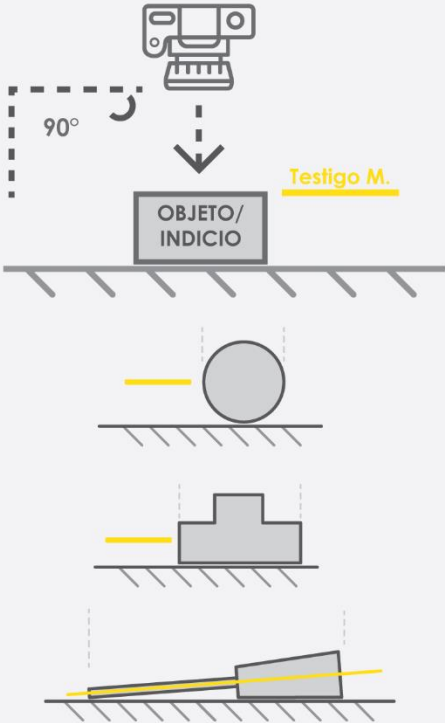
Ilustración 34. Análisis de Colocación Restablecido (parte 2). Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.3. Análisis de colocaciones extras

Pruebas al posicionar el testigo métrico en ejes centrales y en ángulos

<p>Medida correcta: 50 mm</p> 	<p>Medida en fotografía: 50 mm</p> <p>✓</p>
<p>Medida correcta: 44 mm</p> 	<p>Medida en fotografía: 46.5 mm</p> <p>✗</p>
<p>Medida correcta: 52 mm</p> 	<p>Medida en fotografía: 60 mm</p> <p>✗</p>
<p>Medida correcta: 56 mm</p> 	<p>Medida en fotografía: 63 mm</p> <p>✗</p>
<p>Medida correcta: 70 mm</p> 	<p>Medida en fotografía: 72.5 mm</p> <p>○</p>

✓ = Exacto
○ = El que mejor se aproxima
✗ = Inexacto



Se colocó el testigo métrico en ejes centrales, en ángulo y en partes medias de objetos.

Ilustración 35. Análisis de colocaciones extras (parte 1). Fuente: Elaboración propia.

Algunos objetos se encuentran acostados o en ángulos

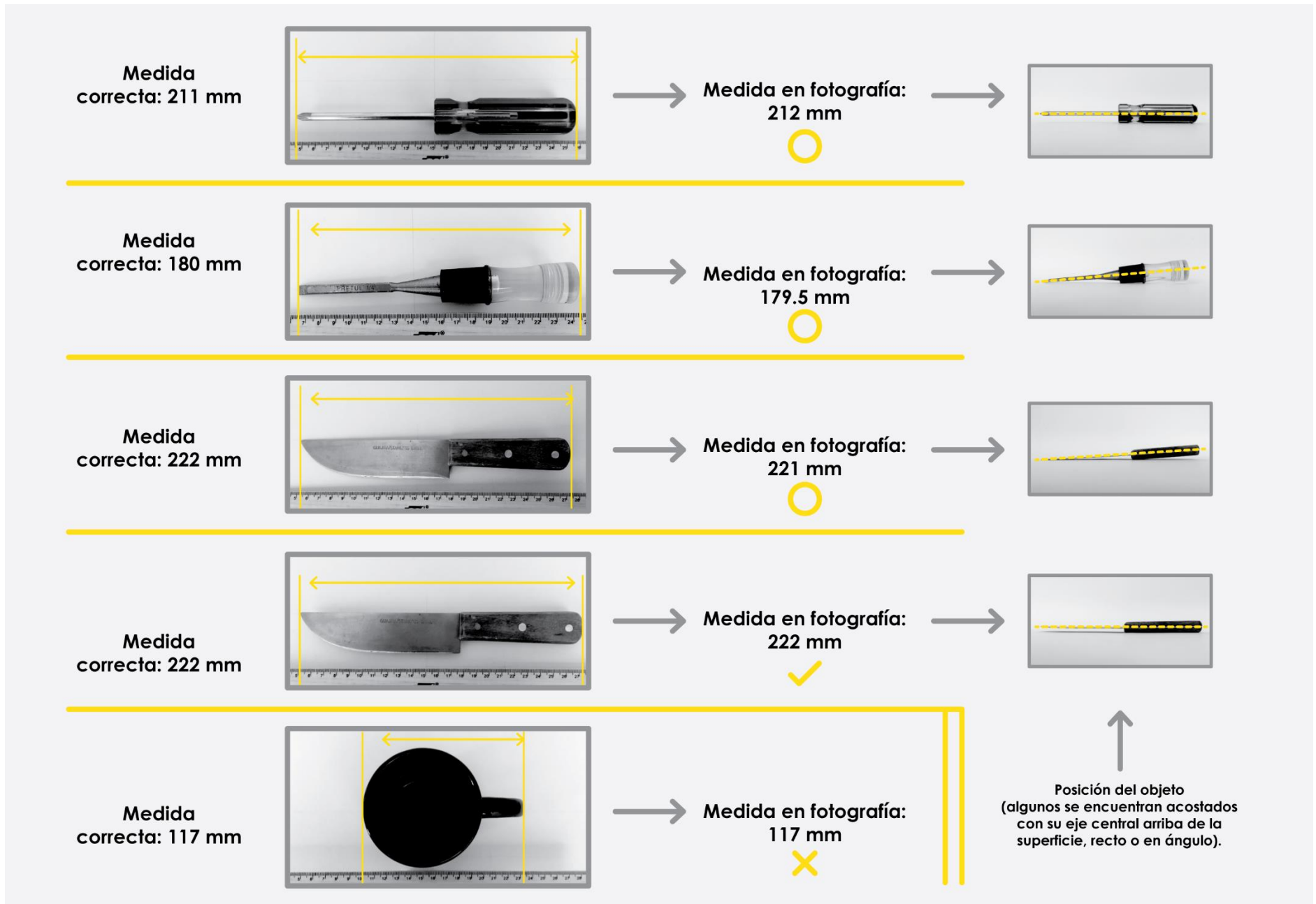


Ilustración 36. Análisis de colocaciones extras (parte 2). Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.4. Conclusión de análisis de colocación

Las pruebas realizadas para verificar la exactitud de los métodos de colocación muestran que el método tradicional es el menos indicado para registrar objetos con alturas y formas variadas ya que en comparación con las otras pruebas es el que menos acierta la medida exacta de los objetos fotografiados.

Por el otro lado, el método restablecido por la NFSTC es mucho más efectivo y da lugar a una mayor exactitud en algunos objetos y mejora los resultados del método tradicional. Pero no adapta en su totalidad la necesidad de fotografiar objetos de formas variadas o en diferentes posiciones.

Por otra parte, se realizaron pruebas extra para analizar otros tipos de colocación; estas fueron realizadas al colocar el testigo métrico a alturas medias del objeto, en el eje central o en ángulo. Los resultados fueron satisfactorios pues mejoraron el método tradicional y el método restablecido en objetos que se encuentran en ángulo (con un eje central que no se encuentre a 0°) y en objetos cilíndricos o redondos (medidos a nivel de su eje central que se encuentre a 0°).

En general, una combinación del método de colocación restablecido y de los métodos extras funcionaría de mejor manera, aumentaría el rango de exactitud y disminuiría el margen de error al aplicar la fotografía de primer plano o detalle en diferentes tipos de evidencias con formas y alturas variadas.



Ilustración 37. Colocación tradicional en evidencias. Fuente: Propia.

6. NECESIDAD

La fotografía forense es de suma importancia y esencial para la resolución de casos de hechos delictivos ya que documenta indicios, evidencia y otros detalles de una escena del crimen. Al realizar las diferentes tomas que se aplican en la fotografía forense, se debe registrar el máximo de información útil y de manera correcta. La constante evolución y mejoramiento de las técnicas aplicadas en la fotografía forense son de gran importancia para conseguir un mejor resultado.

La colocación correcta del testigo métrico es indispensable en diferentes tipos de indicios o evidencias para una mayor calidad y valoración de la imagen forense.

Por lo anterior se necesita una solución que permita a los actores involucrados llevar a cabo de manera ideal, accesible y eficaz la colocación del testigo métrico en fotografía forense. Con ello no solamente aumentaría la exactitud en la imagen captada, sino que al mismo tiempo mejoraría el método de trabajo al realizarse con mayor fluidez y al disminuir el margen de error y riesgo causados por la improvisación.

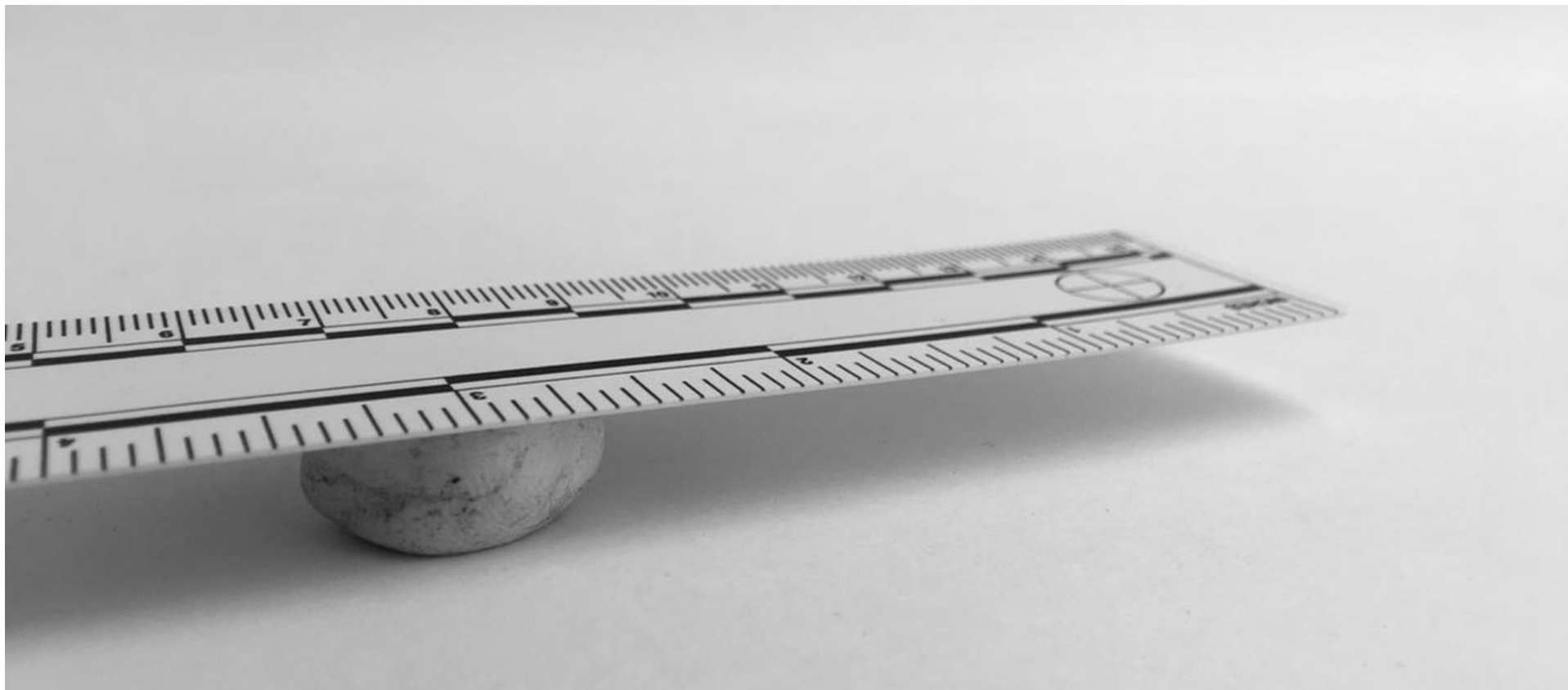


Ilustración 38. Plastilina debajo del testigo métrico. Fuente: Propia.

7. ALTERNATIVAS EXISTENTES

7.1. Análisis de alternativas existentes

A continuación, un análisis de alternativas existentes de la industria forense que tienen relación con la necesidad encontrada.

Escáner 3D:

PRODUCTO:	POSITIVO:	NEGATIVO:	INTERESANTE:
<p data-bbox="201 618 554 651">Leica ScanStation PS40</p>  <p data-bbox="254 1049 501 1073">Fuente: http://bit.ly/2Jm7Yll</p> <p data-bbox="222 1105 533 1130">Estación de Escáner 3D.</p> <p data-bbox="254 1154 501 1179">Precio: \$102,000.00</p>	<ul data-bbox="705 634 1010 992" style="list-style-type: none">-Abarca gran distancia de escaneo.-Es resistente al clima (lluvia principalmente).-Precisión milimétrica.-Tiempo de ejecución mínimo.	<ul data-bbox="1142 634 1472 919" style="list-style-type: none">-No es tan accesible en diferentes países.-Tiene un precio elevado.-Necesita manipularse por personal capacitado para un mejor uso.	<ul data-bbox="1562 634 1881 992" style="list-style-type: none">-Tiene una precisión de dos milímetros.-Abarca usos desde topografía, arquitectura, ciencias forenses y otros.-Puede escanear escenas del crimen y tenerlo documentado en 3D.

Ilustración 39. Análisis de alternativas existentes 1. Fuente: Elaboración propia.

Actualmente, los avances tecnológicos han permitido la creación de productos funcionales que pueden abarcar diferentes áreas. Un ejemplo de ellos es el escáner 3D. Existen diferentes variedades de este producto, con mayores potenciales o mayor accesibilidad, dependiendo del uso. En la industria forense se ha implementado este tipo de tecnología por sus grandes resultados, pero continúa siendo una tecnología inaccesible para algunos países del mundo.

Equipos especiales:

PRODUCTO:	POSITIVO:	NEGATIVO:	INTERESANTE:
<p data-bbox="268 456 483 488">“Photo Table”</p>  <p data-bbox="247 889 506 911">Fuente: http://bit.ly/2J9drCb</p> <p data-bbox="174 938 577 987">Mesa especializada para toma de fotografía forense.</p> <p data-bbox="268 1008 483 1040">Precio: \$1,800.00</p>	<ul style="list-style-type: none">-Abarca diferentes equipos y funciones para toma de fotografía.-Incluye pedestal para colocación de evidencia.-Sujetadora para diferentes alturas de testigo métrico.-Carril vertical para colocación de cámara. Incluye Luces LED.	<ul style="list-style-type: none">-No tiene fácil movilidad.-Tiene un precio elevado.-No se puede aplicar en escenas del crimen.	<ul style="list-style-type: none">-Contiene un sujetador de testigo métrico (metálico) que puede colocarse en diferentes alturas de los objetos a fotografiar que también se encuentra a la venta por aparte.

Ilustración 40. Análisis de alternativas existentes 2. Fuente: Elaboración propia.

En el mercado existen equipos especiales para diferentes ramas que se aplican en la criminalística. La fotografía forense en algunos casos se aplica de una manera segura y limpia con equipos que incluyen todo tipo de accesorio para una mejor captura de evidencias. Usualmente este tipo de equipos es instalado en un solo lugar, como un laboratorio o estudio.

Tipos de escalas:

PRODUCTO:	POSITIVO:	NEGATIVO:	INTERESANTE:
<p data-bbox="247 456 506 492">Escala plegable</p>  <p data-bbox="247 818 506 841">Fuente: http://bit.ly/2L9sP98</p> <p data-bbox="184 902 569 954">Un tipo de escala plegable para alcanzar mayores distancias.</p> <p data-bbox="233 971 520 1000">Precio: \$15.00 - \$60.00</p>	<p data-bbox="695 472 1020 537">-Tiene mayor longitud de escala.</p> <p data-bbox="695 581 842 610">-Es precisa.</p> <p data-bbox="695 659 1003 797">-Tiene unos puntos que no tocan la superficie, por lo que llega a poca altura.</p>	<p data-bbox="1142 472 1467 578">-Tiene un mayor tamaño comparado con testigos métricos regulares.</p> <p data-bbox="1142 621 1444 727">-No tiene la función específica de alcanzar diferentes alturas.</p>	<p data-bbox="1570 472 1860 537">-Existe variedad de tamaños y materiales.</p>

Ilustración 41. Análisis de alternativas existentes 3. Fuente: Elaboración propia.

Existen muchas variaciones en cuanto a escalas, cintas métricas o testigos métricos. Algunas de ellas cambian de material (plásticos y metálicos, principalmente), densidad y grosor, lo cual crea variaciones especiales para cada tipo de evidencia. Por el grosor de su material de construcción, cada variación varía levemente en su altura; esto sucede, principalmente, con las escalas plegables que en algunos puntos de unión se elevan más que el segmento anterior y, a la vez, crea una leve inclinación innecesaria.

Soportes adaptables:

PRODUCTO:	POSITIVO:	NEGATIVO:	INTERESANTE:
<p data-bbox="216 456 537 526">Adjustable Evidence Photo Stand</p>  <p data-bbox="243 902 510 924">Fuente: http://bit.ly/2J3nwaD</p> <p data-bbox="191 963 562 987">Soporte ajustable con pedestal.</p> <p data-bbox="281 1008 474 1032">Precio: \$242.00</p>	<ul data-bbox="695 472 1010 906" style="list-style-type: none">-Soporte ajustable de escala o testigo métrico para diferentes alturas.-Pedestal para colocación de evidencia.-Obtiene mejor documentación.-Alcanza diferentes alturas.	<ul data-bbox="1142 472 1457 833" style="list-style-type: none">-Se utiliza mejor en un estudio o laboratorio.-Se necesita mayor área para transportar a cualquier parte.-El soporte ajustable ya trae la escala metálica fusionada.	<ul data-bbox="1570 472 1892 610" style="list-style-type: none">-Es la única opción en el mercado que se acerca a la solución de la necesidad.

Ilustración 42. Análisis de alternativas existentes 4. Fuente: Elaboración propia.

Esta opción es la única de su estilo. En algunos casos está en venta como parte de un equipo especial con más accesorios. Esta opción se compone por un pedestal para colocar la evidencia y un soporte ajustable que tiene integrada una escala metálica que puede adaptarse a diferentes alturas y colocarse cerca o lejos de la evidencia por fotografiar. El soporte funciona por medio de una estructura simple que se compone de dos ejes para posicionar la escala.

Indicadores:

PRODUCTO:	POSITIVO:	NEGATIVO:	INTERESANTE:
<p data-bbox="249 467 504 500">Cut-Out ID Tents</p>  <p data-bbox="245 846 508 868">Fuente: http://bit.ly/2LOmj8R</p> <p data-bbox="199 922 556 971">Identificadores de indicios con escala incluida.</p> <p data-bbox="233 987 522 1019">Precio: \$52.00 - \$68.00</p>	<ul data-bbox="695 472 1020 873" style="list-style-type: none">-Indica la evidencia.-Mantiene mejor uso en indicios de menor tamaño.-Incluye un escala que no está exactamente al mismo nivel de la superficie (por el grosor del material).	<ul data-bbox="1142 472 1461 800" style="list-style-type: none">-La escala abarca solo cuatro centímetros cuadrados.-Siempre es posicionado en una solo manera.-No abarca indicios de mayor tamaño.	<ul data-bbox="1570 472 1896 651" style="list-style-type: none">-Cumple con doble función pero no de la mejor manera para fotografiar los objetos de mayor altura.

Ilustración 43. Análisis de alternativas existentes 5. Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores o señalizadores marcan puntos donde se encuentran los indicios, pero algunos traen integrada una escala. Esta es una alternativa que cumple doble función; pero, algunos están hechos con grosores diferentes por su material (usualmente plástico) y eso crea que la escala esté a una altura mayor que la superficie (aunque sea milimétricamente).

8. RECURSOS DE DISEÑO

8.1. Diseño en criminalística

Cada producto se diseña tomando en cuenta muchos factores así como el estudio de funciones, la ergonomía, el material, los colores y otros aspectos con el objetivo de conseguir un producto adecuado a la necesidad del área requerida.

En el área de criminalística surge la necesidad de diseñar equipos que auxilien al personal; por ello, generalmente abarca diseños muy específicos para cada tarea; algunos de ellos requieren mucha tecnología mientras que otros necesitan una gran precisión, alta durabilidad o que facilite las labores en campo.

El tipo de diseño general para la criminalística se basa en lo funcional. Más que la estética o la apariencia, este diseño busca cubrir su objetivo funcional principal al tomar en cuenta la comodidad y accesibilidad de los actores que utilizarán los productos. Por ello se buscan materiales adecuados, duraderos, posiblemente desechables y colores adecuados al entorno forense.

Sirchie, Arrowhead Forensics y Evident son las principales marcas que se dedican a la venta y fabricación de productos forenses.



Ilustración 44. Aerosol para huellas. Fuente: <http://bit.ly/2H8I9AC>

8.2. Diseño funcional

El proyecto utiliza este tipo de diseño pues el producto debe funcionar por completo y centrarse en proporcionar a los actores involucrados acceso a la colocación ideal del testigo métrico de manera eficaz. El diseño debe resolver la improvisación y la inexactitud de la aplicación actual por medio de una herramienta que se adecue a diferentes tipos de indicios de manera sencilla.

8.3. Función

El proyecto debe enfocarse en sostener y levantar el testigo métrico de la superficie a diferentes alturas de manera accesible y duradera. Para conseguir el objetivo se aplicará algún tipo de mecanismo elevador o una abstracción de alguna estructura existente.

El punto multifuncional que se puede agregar es la adaptabilidad de diferentes testigos métricos y su posicionamiento en ángulo al aplicar algún tipo de sujetador universal o clip y, así, lograr una función extra para el proyecto.



Ilustración 46. Ejemplos de función. Fuente: Elaboración propia.

8.4. Antropometría y ergonomía

La ergonomía es una disciplina relacionada con la interacción entre el ser humano y otros elementos; busca el bienestar humano. La antropometría estudia las dimensiones del cuerpo humano y sus variaciones.

El proyecto debe enfocarse en esta área pues se diseñará una herramienta que tendrá interacción con seres humanos.

Se aplicará la ergonomía al buscar la comodidad en el diseño y así evitar todo malestar al transportarlo, sostenerlo y utilizarlo continuamente. El diseño no debe tener obstrucción; para ello se buscará una forma física simple y continua, con leves curvaturas. Al mismo tiempo se fijarán medidas adecuadas para una interacción universal y transporte en la cual la antropometría entra en acción ya que se asignará un tamaño que para caber en la palma de la mano. La ergonomía y la antropometría en el proyecto estarán conectadas entre sí, complementándose.

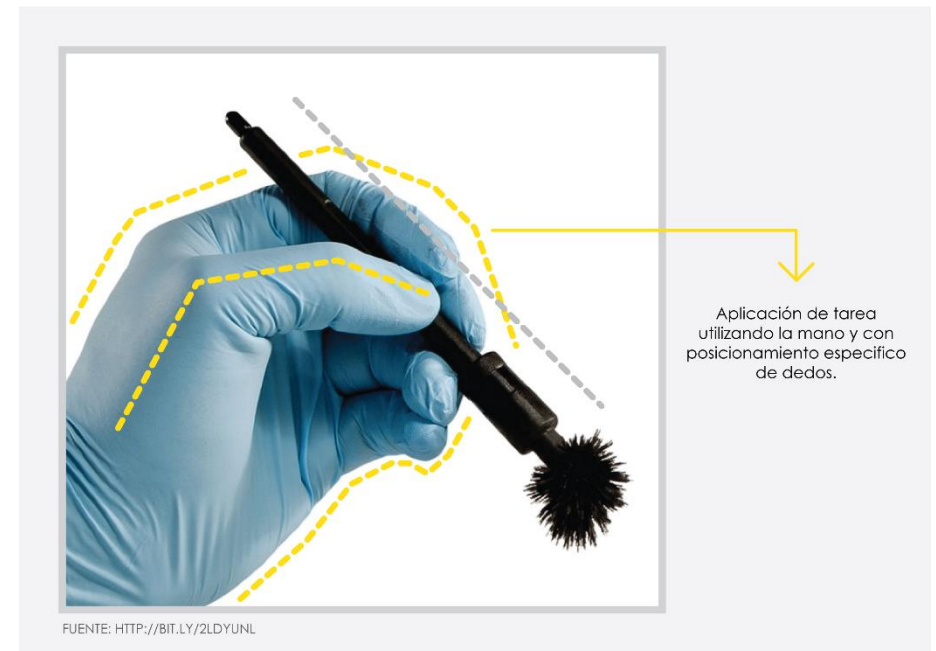


Ilustración 45. Interacción humana con utensilio. Fuente: Elaboración propia.

Las medidas antropométricas de la mano de hombres y mujeres de 18 a 65 años de edad serán registradas en el proyecto en milímetros.

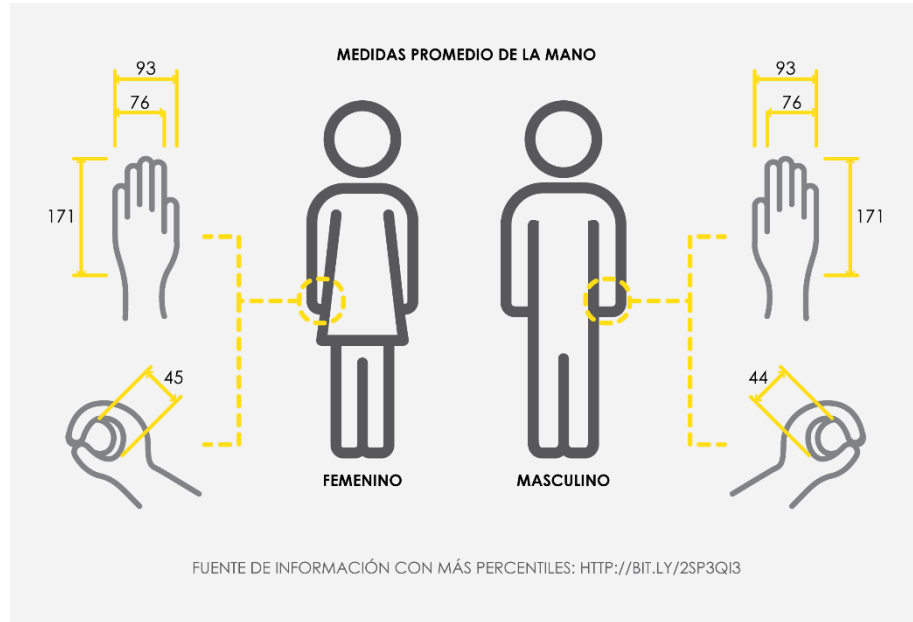


Ilustración 47. Medidas promedio de mano. Fuente: Elaboración propia.

8.5. Materiales y procesos

Los materiales utilizados en los productos para criminalística muestran una gran variedad; a veces son elegidos con algún motivo específico, ya sea por su durabilidad, accesibilidad, textura o costo.

En este proyecto no se aplicará un material nuevo, sino materiales comúnmente utilizados en el área que sean compatibles y que, en su uso, se caractericen por su durabilidad y resistencia.

Los materiales más comunes que se encuentran en los productos para criminalística son variedades de plásticos y metales. Los mismos se aplicarán en el proyecto por sus características de flexibilidad, resistencia, durabilidad, y algunas propiedades físicas. Se evitará, por el contrario, el uso de maderas que pueden contaminar la escena o contaminarse al entrar en contacto con otros elementos propios de las escenas del crimen, como la sangre.

8.6. Color

El color y su aplicación en el producto comúnmente están asociados a propósitos funcionales, estéticos y comunicativos.

Para el proyecto se aplicará un color o, en alguna excepción, dos colores; en todos los casos se preferirán colores que no sean llamativos (a menos que el propósito del color sea señalar algo).

El color amarillo es muy llamativo, al verlo se puede percibir un gran impacto e intensidad por su saturación. En el área forense se suele utilizar para expresar alguna advertencia o señal.

El color gris es un neutro y no influye en los otros colores; está asociado a calidad y expresa respeto y elegancia. En el área forense se encuentra frecuentemente debido a los materiales utilizados ya que se utiliza mucho metal sin acabados de color.

El color negro es normalmente relacionado con la formalidad, el misterio y la elegancia; al mismo tiempo, denota poder. Este color implica un gran contraste y puede combinarse con la mayoría de colores. Está vinculado con productos de alta calidad o de lujo.

El color negro es característico del área forense ya que no interrumpe, llama la atención ni absorbe destellos de luz. Por ello, el color negro se posiciona como el más adecuado para utilizarlo como color principal en el desarrollo del proyecto.



Ilustración 48. Color y material de productos. Fuente: Elaboración propia.

◆ CONCEPTUALIZACIÓN

9. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los fotógrafos forenses se encargan de fotografiar toda la escena del crimen, hasta el más mínimo detalle sin dejar escapar ningún rastro. Esta documentación debe replicar la realidad, captar y guardar toda la información posible en imágenes ya que la fotografía es un medio probatorio en resolución de casos.

Por lo anterior, la colocación y aplicación inadecuada del testigo métrico en toma de indicios y evidencias (con diferentes alturas) puede crear variaciones de medida en la imagen captada de una fotografía. Es por esto que los técnicos y fotógrafos forenses que se encargan de esta tarea en escenas del crimen o en sus instalaciones deben poder colocar de manera ideal el testigo métrico cuando el indicio o evidencia no es plano.

La colocación actual del testigo métrico puede llegar a crear hasta 14 % de inexactitud en las imágenes tomadas; este margen de error es un riesgo cuando se busca una imagen exacta; este dato está respaldado por las pruebas realizadas por la NFSTC (National Forensic Science Technology Center) donde se evidenciaron los contras de la colocación actual del testigo métrico.

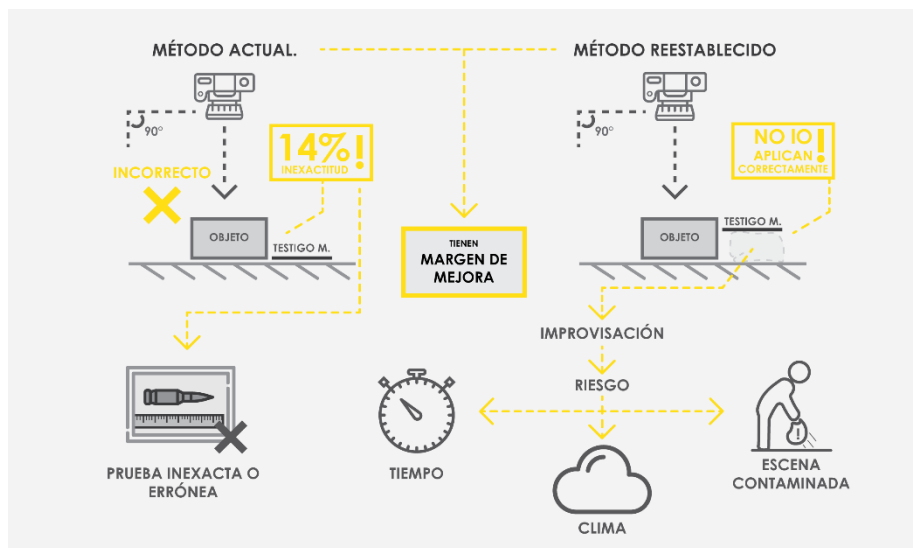


Ilustración 49. Puntos en contra del problema. Fuente: Elaboración propia.

Franklin Meza, técnico en investigaciones criminalísticas I del Ministerio Público, comenta: «La fotografía forense es una herramienta de la criminalística que es esencial para la resolución de casos de hechos delictivos. Ante un juez, estas imágenes son un medio probatorio o evidencia sumamente importante, por lo que tienen que ser imágenes documentadas que repliquen lo más exacto posible la realidad que existió en una escena del crimen. Es por ello que cada una de las técnicas utilizadas en el procesamiento de la misma está en constante evolución y mejoramiento. Por ello es indispensable la colocación correcta del testigo métrico para una mejor calidad y valoración de la imagen forense».

Actualmente, en Guatemala no se existe una herramienta o técnica que solucione el problema o ayude a los técnicos forenses; la mayoría sigue aplicando la colocación actual, errónea, en objetos que no son planos. Por otra parte, quienes aplican la colocación restablecida del NFSTC no la aplican por completo de manera correcta por falta de Información al aplicarla en diferentes objetos (principalmente cilíndricos o colocados en ángulo); tampoco la aplican correctamente por carecer de la herramienta profesional que les permita colocar el testigo métrico a diferentes alturas.

Cuando el personal aplica en una escena el método restablecido, recurre a la improvisación y esto es clave, pues los técnicos suelen colocar objetos no oficiales debajo del testigo métrico (un objeto externo cercano, como plastilina, papel, etc.) y con ello crean un riesgo de contaminación de la escena o de las herramientas. Otros factores inciden en el proceso, como el tiempo, el cual es valioso pues los técnicos tienen largos turnos, o el clima en el que se encuentre la escena del crimen.

En otros países se aplica más tiempo a la documentación de escenas debido a la mayor cantidad de personal; esto permite abarcar más escenas y, con ello, darle más tiempo al técnico forense. En estos países se suele disminuir la comisión de errores por medio de tecnología muy costosa, como el escáner 3D, o al elaborar la fotografía en un estudio especial dentro de la institución.

10. MARCO LÓGICO DEL PROYECTO

Objetivo general:

Desarrollar un producto estándar para fotografías forenses que sea capaz de lograr la aplicación ideal del testigo métrico en fotografía de evidencias para aumentar la valoración de la imagen forense.

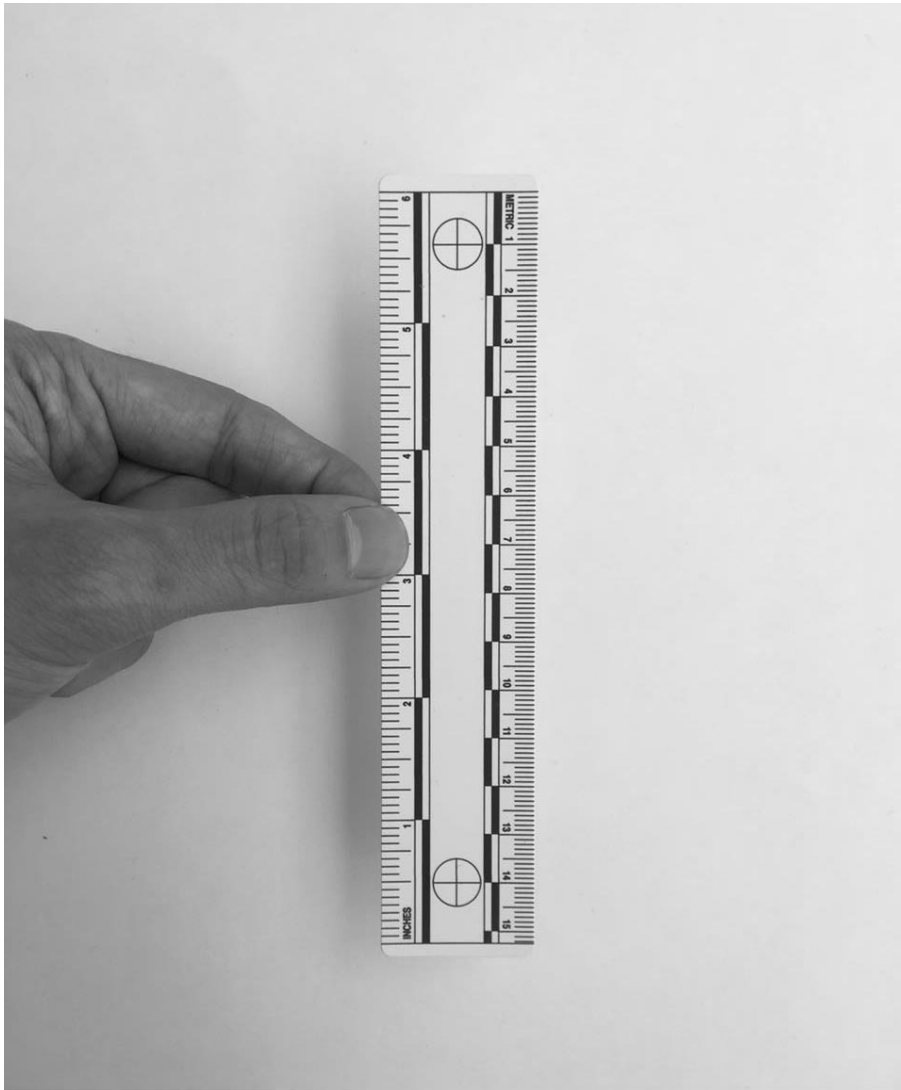


Ilustración 50. Testigo métrico sostenido manualmente. Fuente: Elaboración propia.

Objetivos específicos:

Funcional:

Proporcionar variedad de posiciones y alturas para la colocación del testigo métrico.

Exactitud:

Aumentar la exactitud en la documentación y alcanzar un mínimo de 90 %. Reducir el margen de error.

Manejo:

Permitir al usuario una interacción y manejo accesible y fácil del producto desarrollado.

Estética:

Ofrecer un valor estético dentro de los márgenes de productos forenses, que pueda integrarse visualmente a lo que ya se utiliza.

Movilidad:

Permitir que el producto desarrollado sea accesible a transportarse sin ninguna incomodidad y evitar gran área de transporte.

Guiar:

Lograr un método guía que apoye al usuario a colocar de manera ideal el testigo métrico en diferentes formas de objetos.

11. REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS

A continuación se presenta una tabla de requerimientos y parámetros con base en función, fabricación y estética:

Requerimiento	Parámetro	Método de medición
1. Mayor exactitud en las fotografías	En las imágenes fotografiadas, al momento de analizar las evidencias junto con su escala, se debe alcanzar un mínimo de 90 % de exactitud en relación a su medida original.	Realizar pruebas con escalas y objetos diferentes y cuantificar resultados.
2. Materiales firmes y resistentes	El uso de materiales de todo el diseño debe ser de plásticos (PVC o PP) o metales (hierro, zinc, acero o aluminio) u otras variaciones de ellos, que resistan el funcionamiento, el calor y los golpes leves. (Evitar madera)	Se expondrá a golpes y caídas leves, así como a la intemperie.
3. Colores y acabados adecuados	Uso de colores amarillo, blanco, negro, <i>beige</i> u otros tonos derivados y evitar acabados brillantes (mate o satinado).	Con base en análisis de productos forenses
4. Adaptable a diferentes alturas de evidencias	Debe lograr que el testigo métrico alcance medidas entre 0.5 cm hasta 15 cm.	Realización de pruebas y medición
5. Adaptable a diferentes ángulos	Lograr que el testigo métrico se posicione en ángulos desde 0° a 30°	Realización de pruebas y medición de ángulos
6. Base con alta estabilidad	Mantener la base estable, principalmente en superficies de pavimento, madera, arena, de tierra y en un entorno lluvioso, soleado y con mucho viento, ya sea por medio de peso o por colocación de patas base.	Se pondrá a prueba en diferentes tipos de superficies y entornos.
7. Estructura y base con cantidad moderada de componentes	El diseño por desarrollar no debe sobrepasar una cantidad de 20 piezas.	Conteo de piezas finales
8. Mecanismo funcional	Debe usar un mecanismo de cambio de alturas de manera extensible, giratoria o deslizante que alcance un mínimo de 15 cm de altura.	Pruebas con medición de altura
9. Mecanismo resistente	Que resista un mínimo de 20 usos o aplicaciones diarias (colocación de alturas a lado de una evidencia).	Exposición a uso diario
10. Diseño Estético y apto para uso en criminalística	Debe ser un diseño con buenos acabados de materiales plásticos, metálicos o de hule. Su forma debe partir de figuras geométricas simples, como círculos, cuadros, triángulos, líneas rectas y curvaturas sutiles (evitar curvaturas drásticas y orgánicas). Mantener una apariencia que transmita seriedad y que no contraste con el resto del equipo forense.	En base al análisis de productos forenses
11. Sin texturas inseguras alrededor del diseño	Al sujetarlo no debe sentirse inseguridad: evitar texturas irregulares, resbalosas, porosas, puntiagudas y rasposas que puedan lastimar.	Pruebas de interacción
12. Tamaño práctico y accesible de transportar	La base no debe superar los 15 cm de largo y 15 cm de ancho para lograr una movilidad práctica. Para llevarlo en mano, bolsa Ziploc, bolsa plástica o bolsa de chaleco o pantalón.	Medición de largo y ancho del diseño y prueba de movilidad
13. Adaptable a testigos métricos	Debe poder sostener un mínimo de dos testigos métricos diferentes de manera firme. Por medio de sujetador tipo clip, de traba, de hule, imán, entre otros.	Probar la colocación de diferentes testigos métricos.
14. Colocación sin interferencia	Al posicionar el diseño, este no debe interrumpir o tapar ningún detalle del objeto por fotografiar.	Realizar pruebas fotográficas
15. Lavable	Debe ser hecho de materiales que se puedan lavar con agua, jabón o alcohol (usar plásticos como PVC, PP, HDPE, metales con acabados anticorrosivos, entre otros).	Análisis de propiedades de materiales y prueba de resistencia
16. Construcción viable	Debe tener una construcción general que permita aplicar procesos de producción actuales (utilización de moldes, guías para metales, Inyección, termo formado, roto moldeo, ensambles prácticos, entre otros).	-
17. Precio Económico	Manejar un rango de venta menor de Q500.00	-

Fuente: Elaboración propia.

12. PROCESO DE CONCEPTUALIZACION DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

12.1. Concepto de diseño

El desarrollo de este diseño se basa en los márgenes estéticos de los diseños forenses que existen en la actualidad; además, se tendrá una relación visual con sus características y se evitará un contraste extremo. Se tomará en cuenta que el diseño cumpla con los objetivos seleccionados y que sea totalmente funcional y eficaz.

El diseño partirá de una herramienta que posicione y sostenga el testigo métrico desde un punto de manera ideal en diferentes alturas y ángulos, que cumpla todo los requerimientos y parámetros necesarios, con una estructura funcional y forma agradable con un tamaño práctico.

La estructura funcional se basará en una abstracción o inspiración de las estructuras existentes que existen, en gran escala, y que funcionan para el levantamiento de objetos o personas, como plataformas, y se transformará a menor escala en un diseño accesible, práctico y único.

El diseño de forma debe partir de figuras geométricas simples y evitar formas orgánicas, irregulares y curvas extremas. También deberá partir de cuadrados, círculos, líneas rectas o curvaturas sutiles por medio de fusiones y sustracciones. Evolucionará del 2D al 3D y deberá crear una forma que permita un diseño resistente, funcional y estético, que mantenga una composición fluida entre sí y logre un resultado que, en estado de reposo, transmita visualmente una sensación agradable y de seriedad.

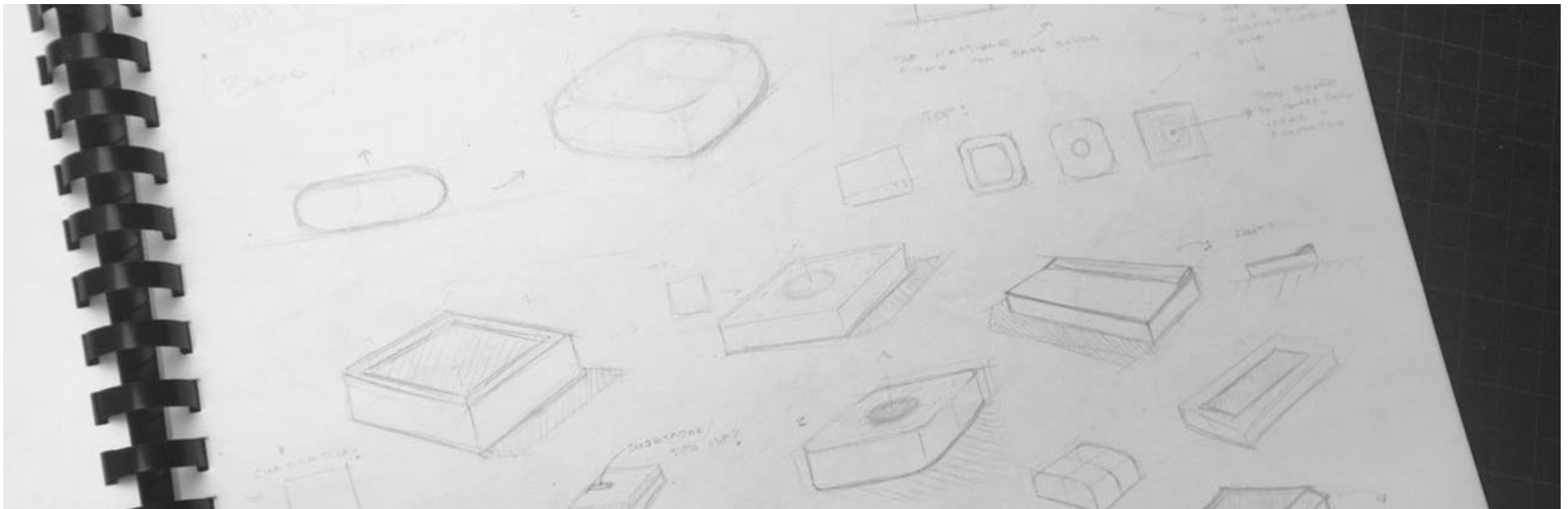
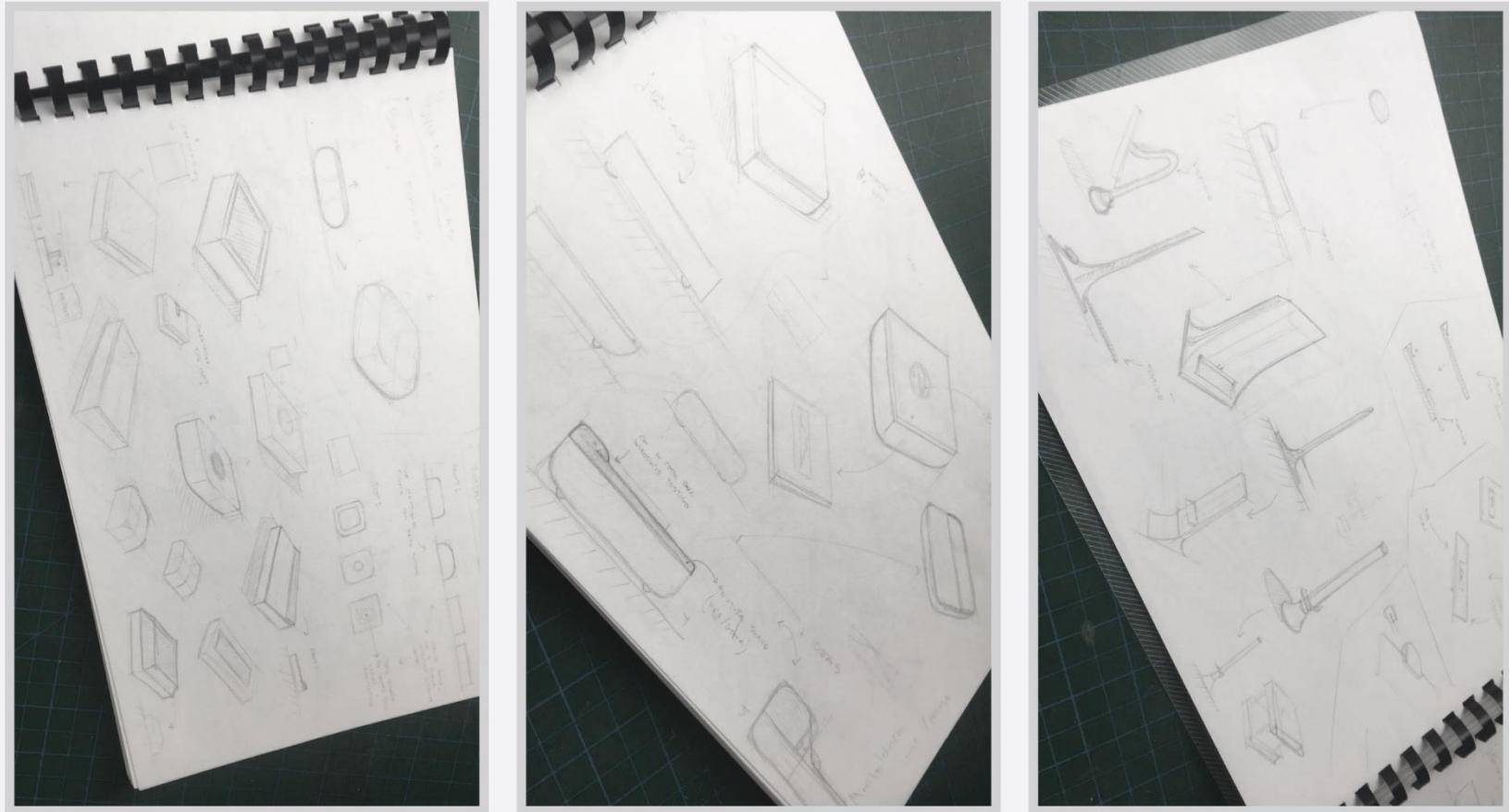


Ilustración 51. Elaboración de formas. Fuente: Propia.

12.3. Bocetaje de ideas

Se realizó una variedad de lluvia de ideas en cuanto a formas y tipos de estructuras que puedan elevarse.

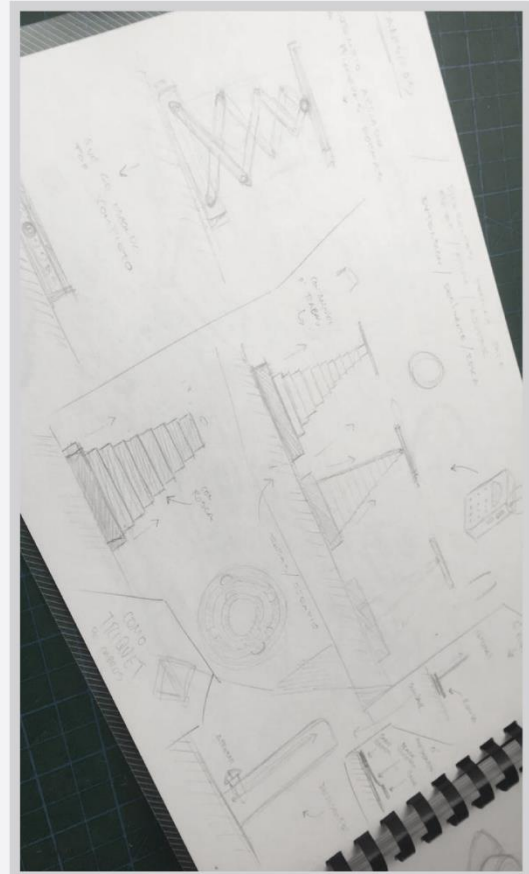
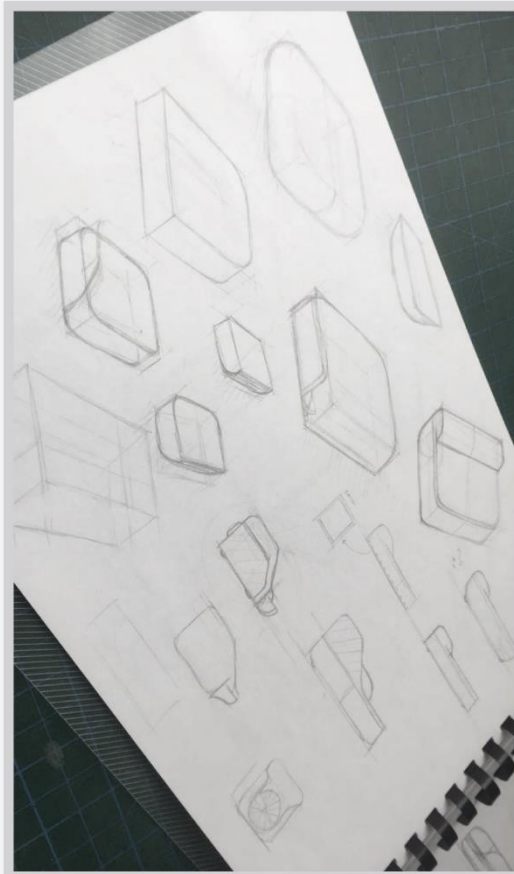
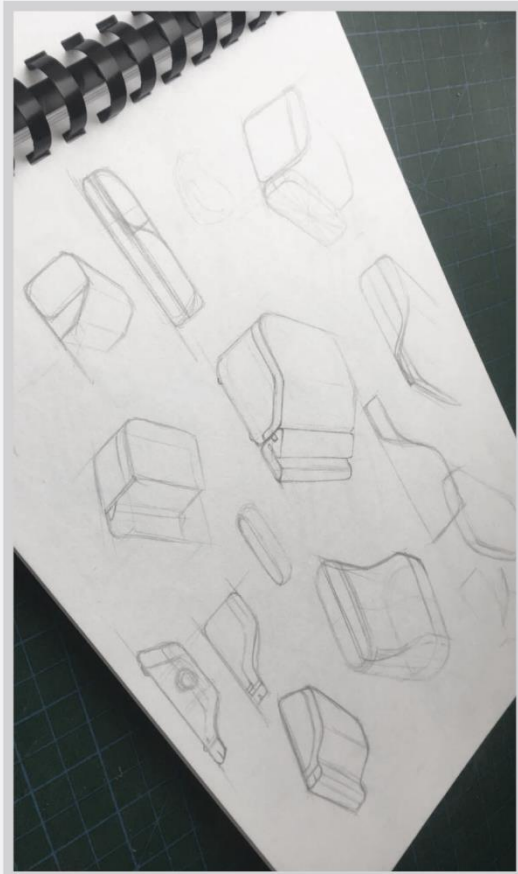
Primera etapa de bocetaje a mano (parte 1):



Bocetaje de formas simples, partiendo de cuadrados, círculos y formas 2D para luego bocetar desde cubos y prismas.

Primera etapa de bocetaje a mano (parte 2):

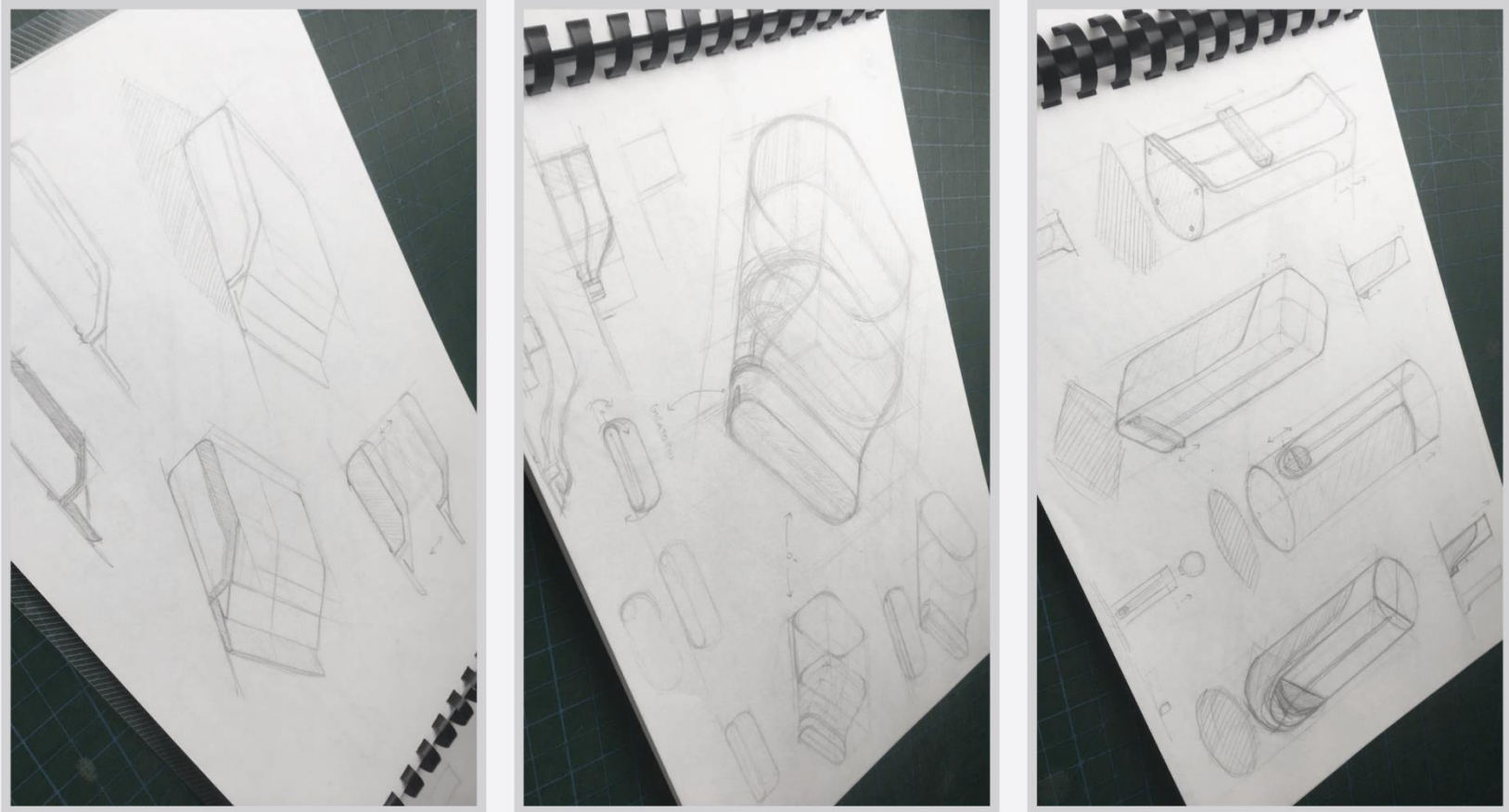
El proceso de bocetaje se llevó a cabo consultando opiniones de algunos técnicos forenses.



Se generaron ideas de estructura que se pudieran adaptar a las formas creadas al principio.

Primera etapa de bocetaje a mano (parte 3):

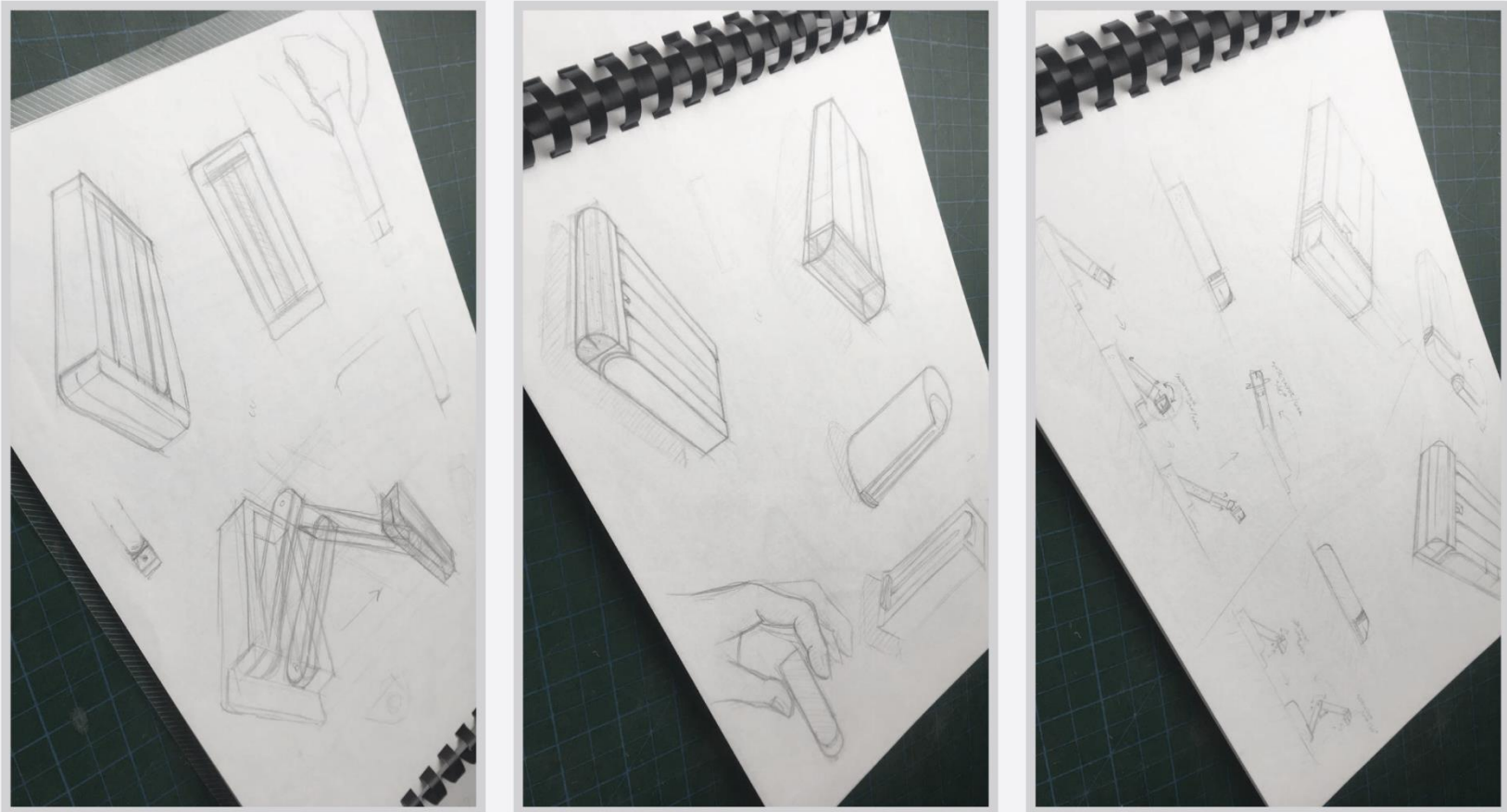
Es esta toda la etapa de bocetaje se realizaron todas las formas que podrían adaptarse a diferentes tipos de mecanismos de elevación. El fin es sujetar el testigo métrico de manera segura y por medio de un mecanismo que logre posicionar el testigo métrico arriba de la superficie en la que se encuentre.



Se realizaron más ideas con formas más elaboradas con mejores detalles.

Primera etapa de bocetaje a mano (parte 4):

Se realizaron bocetos con algunas evoluciones, pero se mantuvo la idea de alcanzar un diseño que tuviera un resultado funcional, cómodo, con formas agradables a simple vista y que, al mismo tiempo, se adaptara a la necesidad para resolverla.



Algunas ideas fueron creadas con la idea de que pudieran caber en la palma de la mano.

12.4. Evolución y evaluación de propuestas

Primera evolución de bocetaje (digital):

Se seleccionaron las mejores formas y estructuras bocetadas en la primera etapa y se elaboraron con mayor detalle de manera digital para una mejor presentación y evaluación. Siempre se mantuvo la idea de una herramienta que sujete el testigo métrico y lo eleve de la superficie.

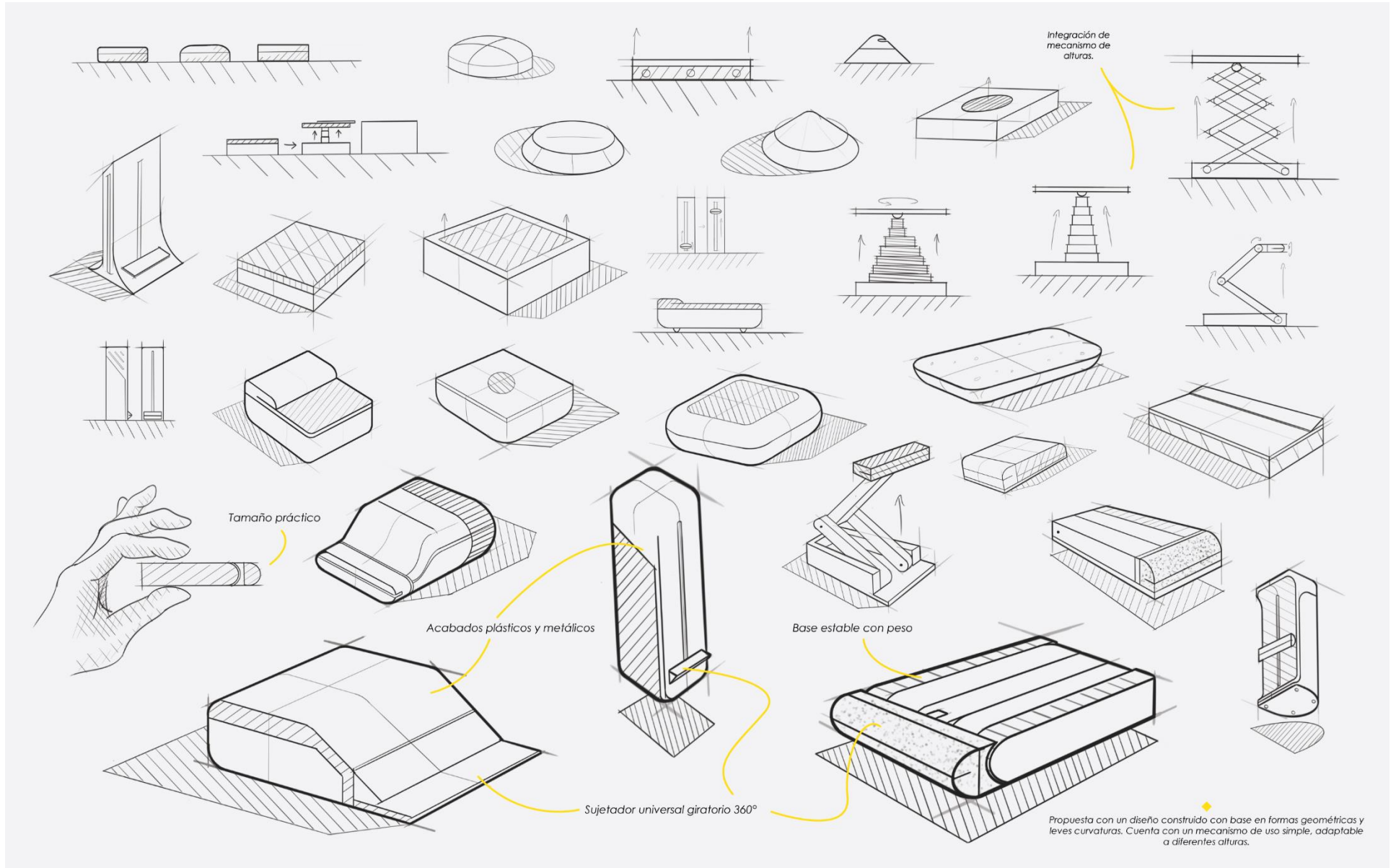


Ilustración 57. Primera evolución de bocetaje digital. Fuente: Elaboración propia.

Mecanismos seleccionados:

Se escogieron los mecanismos más factibles para la elaboración del proyecto.

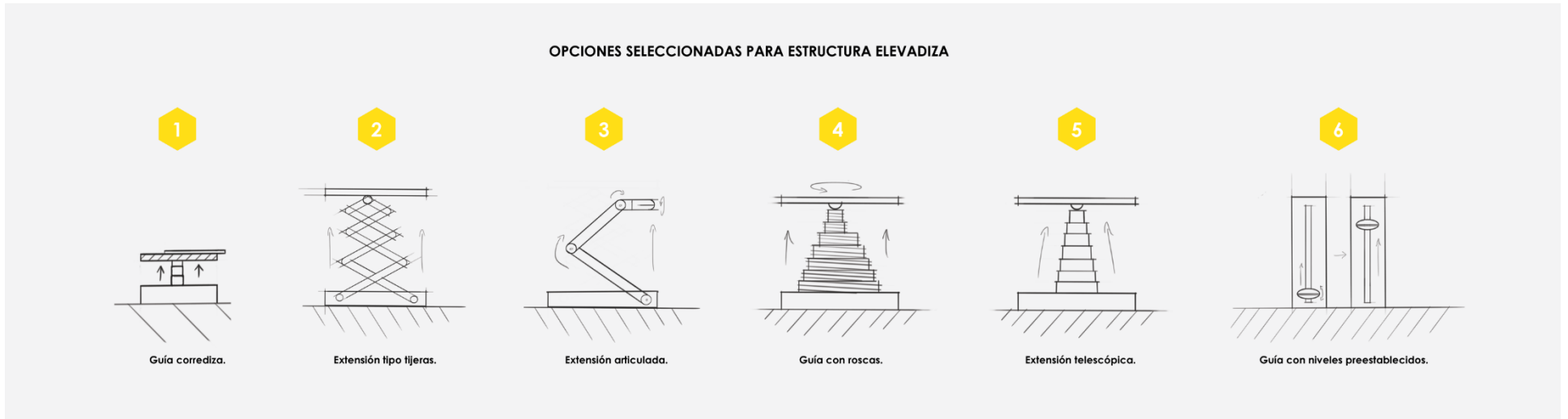


Ilustración 58. Mecanismos seleccionados 1. Fuente: Elaboración propia.

Propuestas seleccionadas:

Se escogió un grupo de propuestas para la siguiente etapa de evaluación.



Ilustración 59. Formas seleccionadas 1. Fuente: Elaboración propia.

Compatibilidad de mecanismos con forma:

Se realizó un diagrama que muestra cuáles opciones de formas seleccionadas son compatibles con las opciones de mecanismos seleccionados. Este diagrama muestra, al mismo tiempo, si la forma aún puede variar o si tiene opción de colocar el testigo métrico en ángulo.

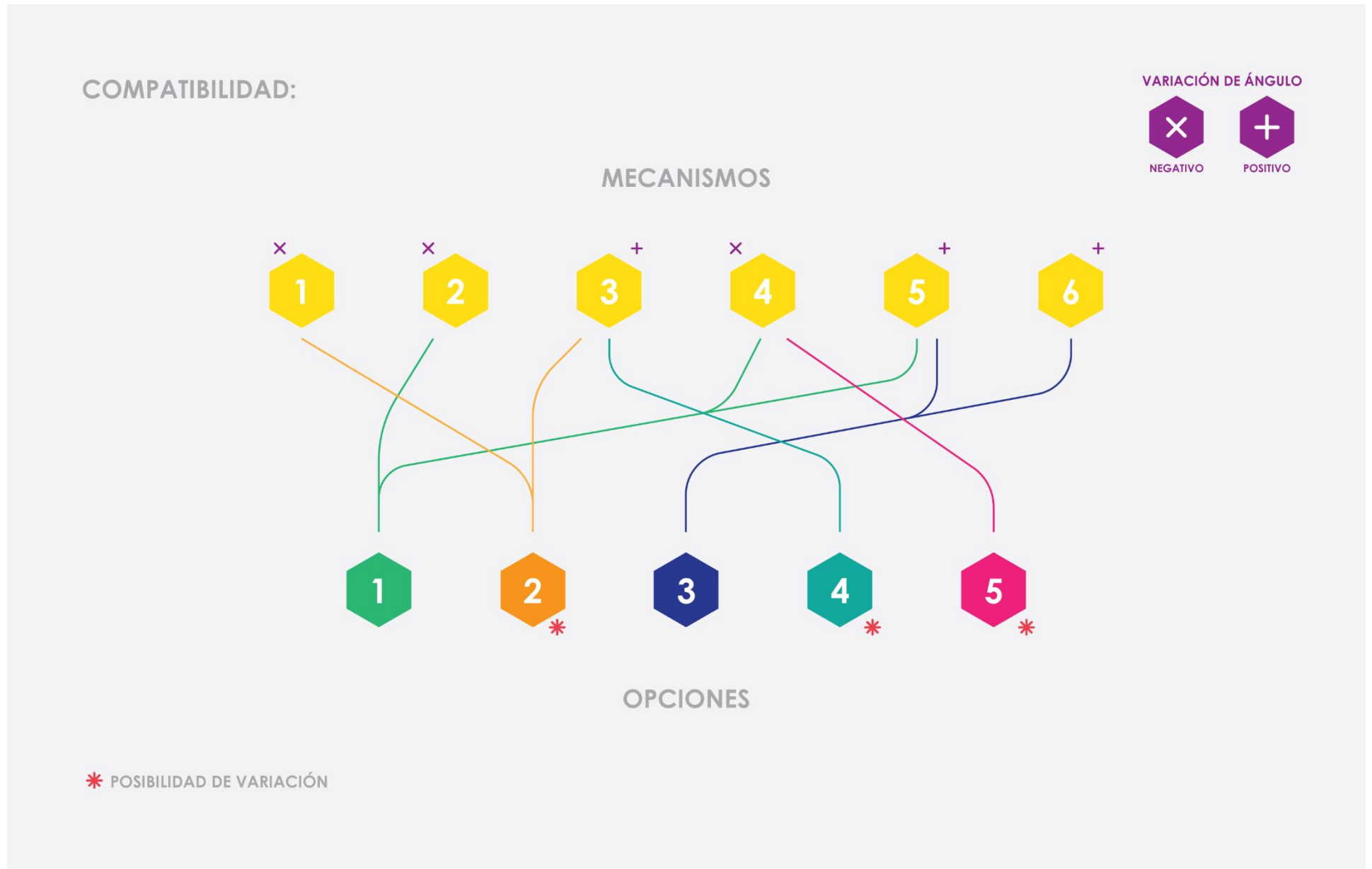


Ilustración 60. Compatibilidad de mecanismos con forma. Fuente: Elaboración propia.

Evaluación general de mecanismos seleccionados:

Se realizó una evaluación rápida con base en puntos importantes para aprobar tipos de mecanismos que se combinarán con las formas aprobadas para pasar a una evaluación más específica en la siguiente etapa.

EVALUACIÓN GENERAL MECANISMOS:

APROBADOS = ✓

VARIACIÓN DE ÁNGULO



	^x 1	^x 2	⁺ 3	^x 4	⁺ 5	⁺ 6
Uso	2	3	3	2	3	2
Construcción	2	2	2	1	2	2
Variación de alturas	2	2	2	2	3	1
Ensamble	2	1	3	2	1	2
Adaptable a dif. formas	2	1	3	1	2	1
TOTAL	10 ✓	9	13 ✓	8	11 ✓	8

Ilustración 61. Evaluación general de mecanismos seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

Evaluación general de formas seleccionadas:

Se realizó una evaluación rápida con base en puntos importantes para aprobar cuatro formas que se combinarán con los mecanismos aprobados para pasar a una evaluación más específica en la siguiente etapa.

EVALUACIÓN GENERAL FORMAS:		* POSIBILIDAD DE VARIACIÓN				
	1 *	2	3	4 *	5 *	
Tamaño	2	2	2	3	2	
Forma	2	2	3	2	2	
Posición de testigo métrico	2	2	2	3	1	
Estabilidad	3	2	1	3	2	
Uso vertical y en ángulo	2	2	2	3	1	
Construcción	2	2	1	2	2	
TOTAL	13	12	11	16	10	
	✓	✓	✓	✓		

Ilustración 62. Evaluación general de formas seleccionadas. Fuente: Elaboración propia.

Evaluación específica de propuestas aprobadas:

A continuación se presenta una tabla en la que se evaluarán cuatro propuestas ya combinadas (combinación de mecanismo y forma) basadas en algunos requerimientos del proyecto.

EVALUACIÓN A BASE DE REQUERIMIENTOS					
VARIACIÓN DE ÁNGULO 		APROBADOS = ✓			
1. Lograr mayor exactitud en las fotografías	4	5	3	5	
2. Materiales firmes y resistentes	3	3	2	4	
3. Colores y acabados adecuados	4	3	3	5	
4. Adaptable a diferentes alturas de evidencias	4	4	4	4	
5. Adaptable a diferentes ángulos	2	4	2	5	
6. Base con alta estabilidad	3	2	1	4	
7. Estructura y base con cantidad moderada de componentes	5	4	3	3	
8. Mecanismo funcional	4	5	3	5	
9. Mecanismo resistente	3	5	2	5	
10. Diseño estético y apto para uso en criminalística	4	4	4	4	
11. Sin texturas inseguras alrededor del diseño	5	4	3	4	
12. Tamaño práctico y accesible de transportar	2	3	3	4	
13. Adaptable a testigos métricos	4	3	3	3	
14. Colocación sin interferencia	2	4	2	4	
15. Lavable	2	3	3	3	
16. Construcción Viable	3	3	2	3	
17. Precio económico	2	3	3	2	
TOTAL	56	62 ✓	46	67 ✓	

Ilustración 63. Evaluación específica de propuestas aprobadas. Fuente: Elaboración propia.

Evaluación PIN de propuestas aprobadas:

A continuación se presenta una tabla con una evaluación donde se comentan los aspectos positivos, interesantes y negativos de las cuatro propuestas ya combinadas (combinación de mecanismo y forma).

EVALUACIÓN P.I.N.					
	<ul style="list-style-type: none"> -Funcional (alturas y ángulos). -Puede alcanzar un nivel bajo. -Mantiene una base ancha y larga más cuadrada. -Toda la base se puede colocar de manera vertical. -Su adaptación de altura es de un solo movimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> -Funcional (alturas) (ángulos). -Puede alcanzar un nivel bajo. -Su sujetador puede moverse en dos direcciones y una de ellas puede girar totalmente en 360°. -Su adaptación de altura es de un solo movimiento. -Construcción menos compleja. -Cuenta con menos piezas. -Puede colocar el sujetador de manera vertical. -Tiene un mecanismo menos frágil. -Mantiene una base rectangular con más estabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> -Funcional (alturas y ángulos). -Puede alcanzar un nivel bajo. -Al adaptarse no debe moverse tanto su mecanismo, solo si necesita más altura, se accionaria y levantaría la sección superior para ajustarlo. -Tamaño más pequeño. -Su adaptación es de un solo movimiento. -Puede colocar el sujetador de manera vertical. -Es el que menos piezas tiene en total. -Construcción menos tardada. 	<ul style="list-style-type: none"> -Funcional (alturas y ángulos). -Puede alcanzar un nivel bajo. -Estructura de mecanismo más rígida. -Su adaptación de altura es de un solo movimiento. -Su sujetador puede moverse en dos direcciones y una de ellas se puede girar totalmente en 360°. -Mantiene una base rectangular con más estabilidad. -Tiene un mecanismo menos frágil. -Puede colocar el sujetador de manera vertical. -Mantiene mayor peso para estabilidad. -Construcción menos compleja. 	
	<ul style="list-style-type: none"> -Tiene una forma peculiar y diferente por el mecanismo. -Tiene una forma peculiar y diferente. -La carcasa se divide en dos secciones. -La sección superior y el sujetador se levantan. -Su guía se mueve a una sola dirección. 	<ul style="list-style-type: none"> -El mecanismo principal sería más propenso a reparación y ajuste. -El mecanismo es parte del diseño externo (visualmente). -Su guía puede moverse a algunas direcciones y extenderse. -No mantendría una carcasa por completo, sino que mantendría una base y un mecanismo expuesto el cual sería una parte externa a la vez. -Combina dos mecanismos -Tiene un diseño sencillo y rectangular. 	<ul style="list-style-type: none"> -Tiene una forma práctica y compacta. -La carcasa se divide en dos secciones. -Funcionaria por medio de ensambles. -Su guía se mueve a una sola dirección. 	<ul style="list-style-type: none"> -Puede colocarse de varias maneras y posiciones. -Su guía se mueve a varias direcciones. -El mecanismo es parte del diseño externo (visualmente). -Su base puede estar más alejada de la evidencia. -El mecanismo principal sería más propenso a reparación y ajuste. -Tiene un diseño sencillo y rectangular. -No mantendría una carcasa por completo, sino que mantendría una base y un mecanismo expuesto el cual sería una parte externa. 	
	<ul style="list-style-type: none"> -Mantiene un mecanismo un poco más frágil. -Tiene un espacio más reducido (pero alto al mismo tiempo) para que quepa el mecanismo. -Mantiene más altura base. -Debe aguantar más peso ya que la sección superior y el sujetador se levantan. -Toda la base se puede colocar de manera vertical pero no es por completo seguro. -Su construcción podría ser más costosa y compleja. 	<ul style="list-style-type: none"> -El mecanismo Secundario sería menos propenso a una reparación o ajuste. -Se conforma por algunas tuercas y tornillos. -Base más larga que las demás. -Construcción de 2 tipos de mecanismos en una forma. 	<ul style="list-style-type: none"> -No puede alcanzar un nivel tan alto en comparación de las otras propuestas. -No mantiene una base estable. -Mantiene un sujetador más pequeño. -Construcción compleja, pero menos tardada. 	<ul style="list-style-type: none"> -Se compone por más piezas. -Se compone con tres tuercas y tres tornillos. -Base más larga que las demás. 	

Ilustración 64. Evaluación PIN de propuestas aprobadas. Fuente: Elaboración propia.

Fusión de mejores propuestas y características:

A partir de la evaluación específica se seleccionaron dos propuestas finalistas, las cuales se evolucionaron, combinando forma, mecanismo o mejores características de las propuestas descartadas.

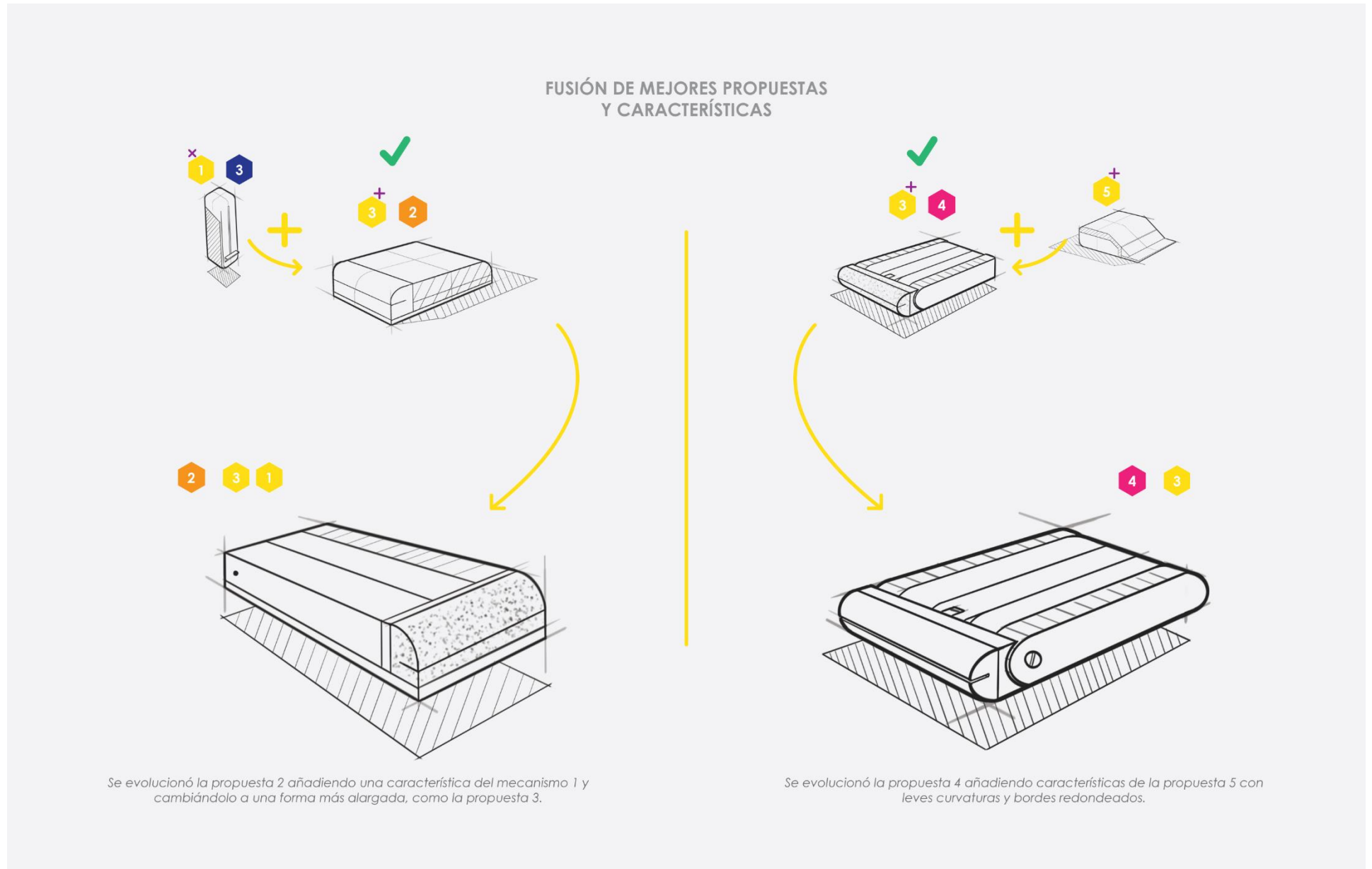


Ilustración 65. Fusión de mejores propuestas. Fuente: Elaboración propia.

Evaluación específica de propuestas finales:

A continuación se presenta una tabla en el que se evalúan las dos propuestas finales con base en algunos requerimientos del proyecto y, así, seleccionar el diseño final predeterminado. La propuesta numero 4 fue la seleccionada.

EVALUACIÓN A BASE DE REQUERIMIENTOS		
VARIACIÓN DE ÁNGULO 		
		APROBADO = ✓
1. Lograr mayor exactitud en las fotografías	5	5
2. Materiales firmes y resistentes	4	4
3. Colores y acabados adecuados	3	5
4. Adaptable a diferentes alturas de evidencias	4	4
5. Adaptable a diferentes ángulos	3	5
6. Base con alta estabilidad	4	4
7. Estructura y base con cantidad moderada de componentes	4	3
8. Mecanismo funcional	5	5
9. Mecanismo resistente	5	5
10. Diseño estético y apto para uso en criminalística	4	5
11. Sin texturas inseguras alrededor del diseño	5	5
12. Tamaño práctico y accesible de transportar	4	4
13. Adaptable a testigos métricos	4	4
14. Colocación sin interferencia	4	4
15. Lavable	2	3
16. Construcción Viable	2	3
17. Precio económico	3	2
TOTAL	65	70 ✓

Ilustración 66. Evaluación específica de propuestas finales. Fuente: Elaboración propia.

Evaluación PIN de propuestas finales:

A continuación se presenta una tabla con una evaluación donde se comentan los aspectos positivos, interesantes y negativos de las dos propuestas finales en la evaluación específica.


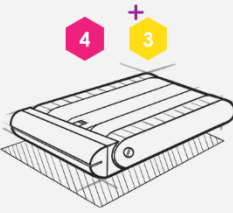
EVALUACIÓN P.I.N.		
+	<ul style="list-style-type: none"> -Funcional (alturas y ángulos). -Puede alcanzar un nivel bajo. -Su sujetador puede moverse en dos direcciones. -Su adaptación de altura es de un solo movimiento. -Mantiene un tamaño práctico. -Cuenta con menos piezas. -Puede colocar el sujetador de manera vertical. -Tiene un mecanismo menos frágil. -Mantiene una base rectangular con estabilidad. -Alcanza más altura y posiciones. -Combina dos mecanismos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Funcional (alturas y ángulos). -Puede alcanzar un nivel bajo. -Estructura de mecanismo más rígida. -Su adaptación de altura es de un solo movimiento. -Su sujetador puede moverse en dos direcciones y una de ellas puede girar totalmente en 360°. -Mantiene una base rectangular con más estabilidad -Tiene un mecanismo menos frágil. -Puede colocar el sujetador de manera vertical -Alcanza más altura y posiciones. -Mantiene un tamaño práctico -Mantiene mayor peso para estabilidad. -Construcción menos compleja en general.
i	<ul style="list-style-type: none"> -El mecanismo principal sería más propenso a reparación y ajuste pero el segundo no tanto. -El mecanismo es parte del diseño externo (visualmente). -Su guía puede moverse a algunas direcciones y extenderse. -No mantendría una carcasa por completo, sino que mantendría una base y un mecanismo expuesto el cual sería una parte externa. -Combina dos mecanismos. -Tiene un diseño sencillo y rectangular. -Se logra estirar. 	<ul style="list-style-type: none"> -Puede colocarse de varias maneras y posiciones. -Su guía se mueve a varias direcciones. -Su base puede estar más alejada de la evidencia. -El mecanismo principal sería más propenso a reparación o ajuste. -El mecanismo es parte del diseño externo (visualmente). -Tiene un diseño sencillo y rectangular. -No mantendría una carcasa por completo, sino que mantendría una base y un mecanismo expuesto el cual sería una parte externa.
-	<ul style="list-style-type: none"> -Por su diseño, al posicionarlo lejos de la evidencia, podría perder estabilidad. -El mecanismo secundario sería menos propenso a una reparación o ajuste. -Se conforma por algunas tuercas y tornillos. -Base mucho más larga. -Construcción de dos tipos de mecanismos en una forma. -Para colocar el testigo de manera vertical se debe voltear la base. 	<ul style="list-style-type: none"> -Por su diseño, al posicionarlo lejos de la evidencia, podría perder estabilidad. -Se conforma por algunas tuercas y tornillos. -Base larga. -Construcción de dos tipos de mecanismos en una forma. -Mantiene su mecanismo expuesto. -Hecho de dos materiales.

Ilustración 67. Evaluación PIN de propuestas finales. Fuente: Elaboración propia.

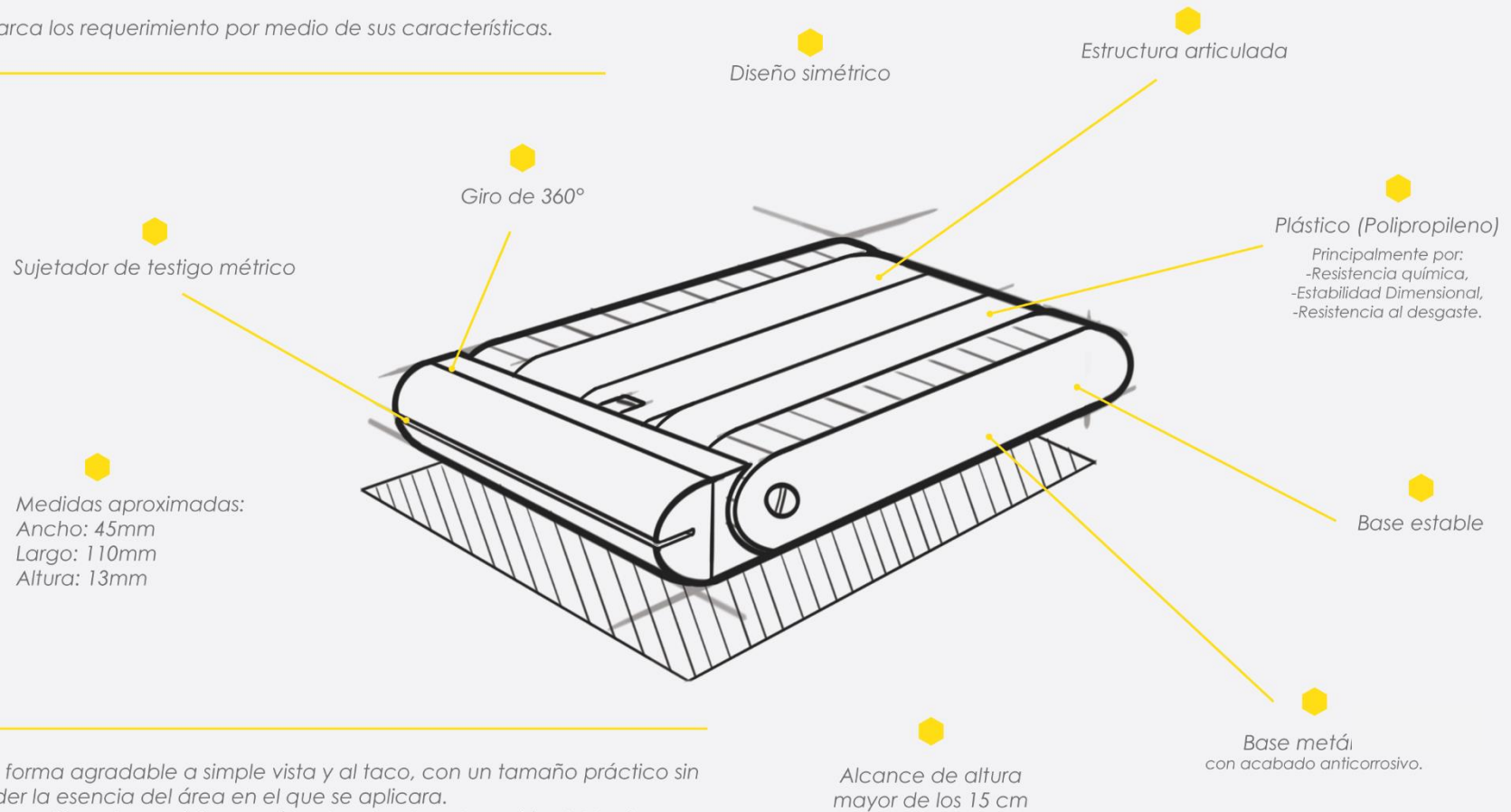
Propuesta final seleccionada:

La propuesta numero 4 fue la seleccionada por compatibilidad de la forma y mecanismo, además de las características que favorecen al diseño.

PROPUESTA SELECCIONADA

4

Abarca los requerimiento por medio de sus características.



Una forma agradable a simple vista y al tacto, con un tamaño práctico sin perder la esencia del área en el que se aplicara.
Abarca diferentes posiciones y ángulos para la colocación del testigo métrico sin el riesgo de desestabilizar la base de la herramienta.

12.5. Modelado real y digital de propuesta

Se realizaron pruebas de modelado a escala real y de manera digital con el fin de conocer mejor las proporciones de formas, detalles, apariencia y funcionalidad. Se llevaron a cabo modelos de la primera etapa de propuestas hasta los diseños finales.

Modelos de forma y proporción:

En esta etapa se esculpieron las formas de las propuestas realizadas en la primera etapa de bocetaje (uso de plastilina). Se pudieron observar las diferentes formas y tamaños que conlleva cada propuesta y seleccionar al mismo tiempo cuál era la indicada.



Ilustración 69. Modelos de forma y proporción. Fuente: Elaboración propia.

Modelos de forma y función:

Luego de realizar la primera etapa de modelado, se realizaron modelos a un nivel mayor en el que se mostraría la función y forma de la propuesta. Se logró percatar otro punto de vista en cuanto a la viabilidad de construcción de las propuestas y su funcionalidad. Los modelos se llevaron a cabo con materiales más resistentes, como maderas y metales.

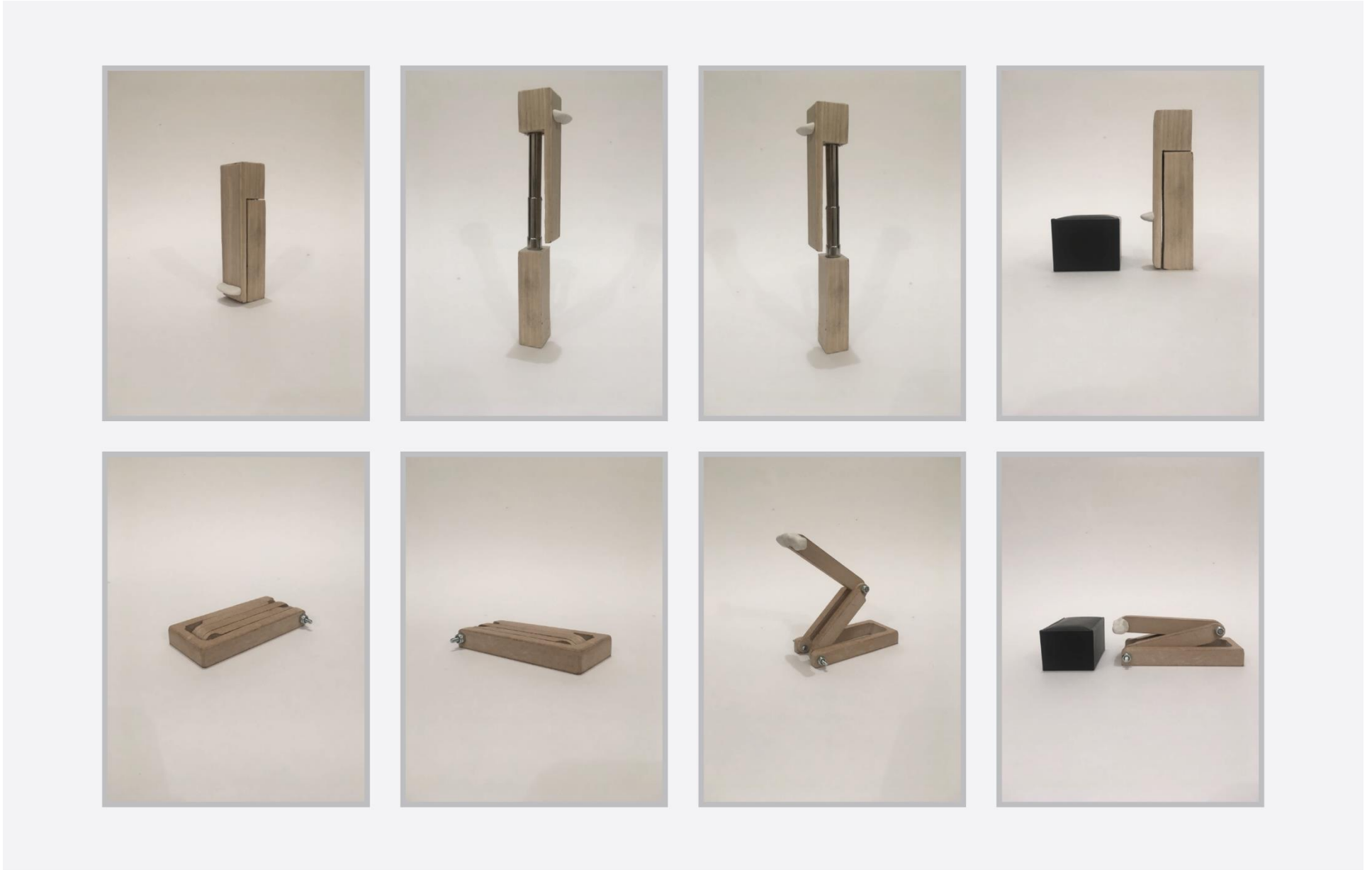


Ilustración 70. Modelos de forma y función 1. Fuente: Elaboración propia.

El modelado a escala real pudo confirmar que el diseño final seleccionado tenía características totalmente viables en cuanto a forma, función e interacción. El modelo alcanzó una altura mayor a los 15 cm y resistió variedad de posiciones sin perder la estabilidad y mantuvo un uso práctico y sencillo.

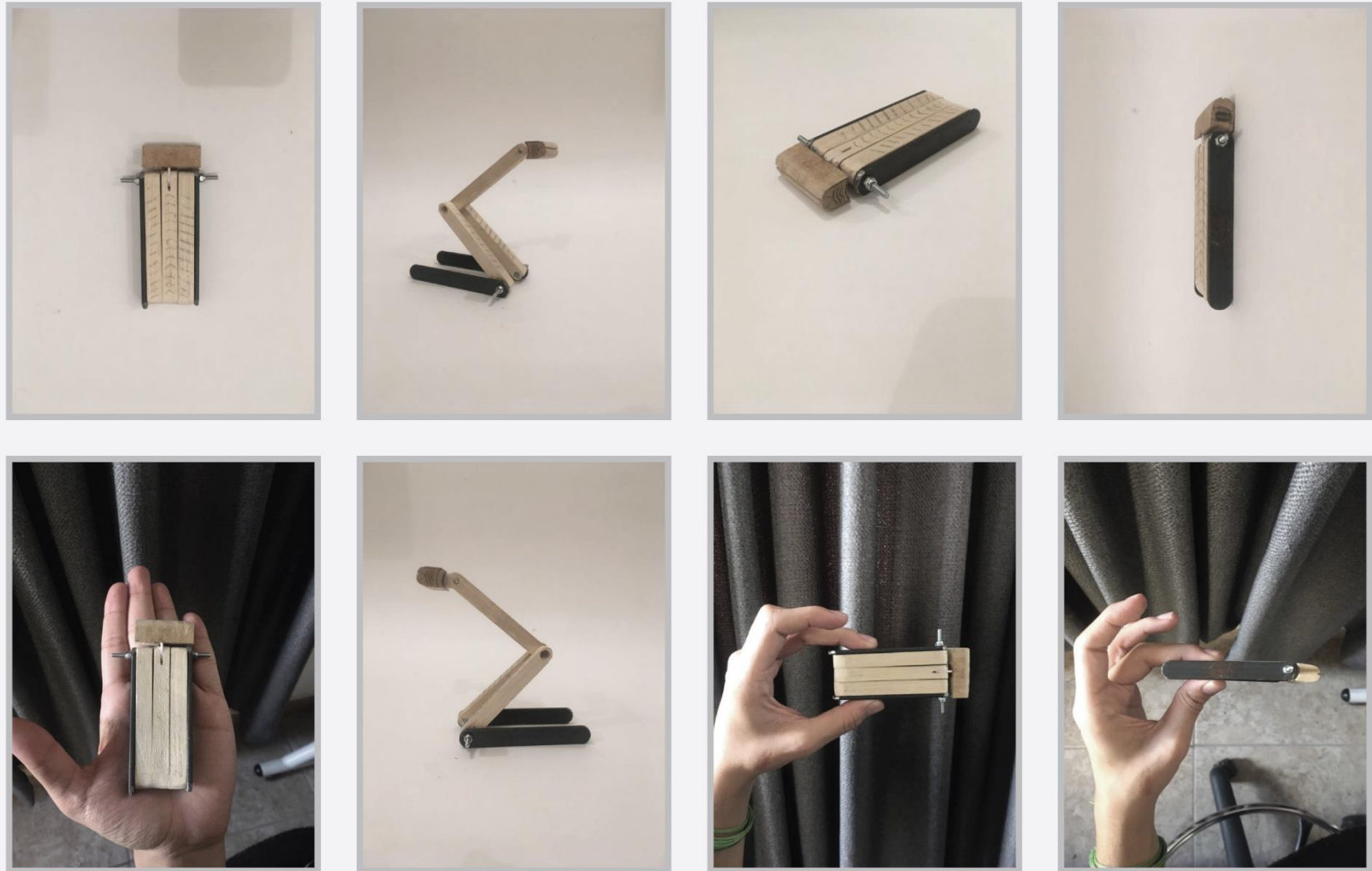


Ilustración 71. Modelo de forma y función de propuesta final. Fuente: Elaboración propia.

Modelado digital:

Se hizo un modelado 3D con el objetivo de realizar el diseño final con las medidas y formas exactas. Se elaboraron y definieron por completo las piezas necesarias del diseño final para su construcción. El modelado dio a conocer cierta cantidad de ventajas y desventajas de algunas piezas, por lo que se debió resolver y disminuir las desventajas encontradas durante el proceso.

MODELADO 3D Y RENDERIZACIÓN

Primeros modelos 3D de la propuesta final seleccionada. El diseño fue evolucionando en cuanto a medidas milimétricas de piezas y formas. Modelos realizados en Autodesk Fusion 360 y renderización en Keyshot.



Ilustración 72. Primeros modelos 3D de propuesta final. Fuente: Elaboración propia.

En la elaboración del modelado 3D se realizaron leves evoluciones y variaciones en cuanto a algunos detalles del diseño final hasta lograr el resultando requerido o conveniente a las necesidades en cuanto a funcionalidad y estética.

12.6. Prototipo en impresión 3D

Con la tecnología de impresión 3D se realizó el primer prototipo o maqueta funcional con base en el modelado de la etapa anterior. Con ello se ensambló una demostración lo más realista posible en cuanto a proporciones, forma y funcionamiento.

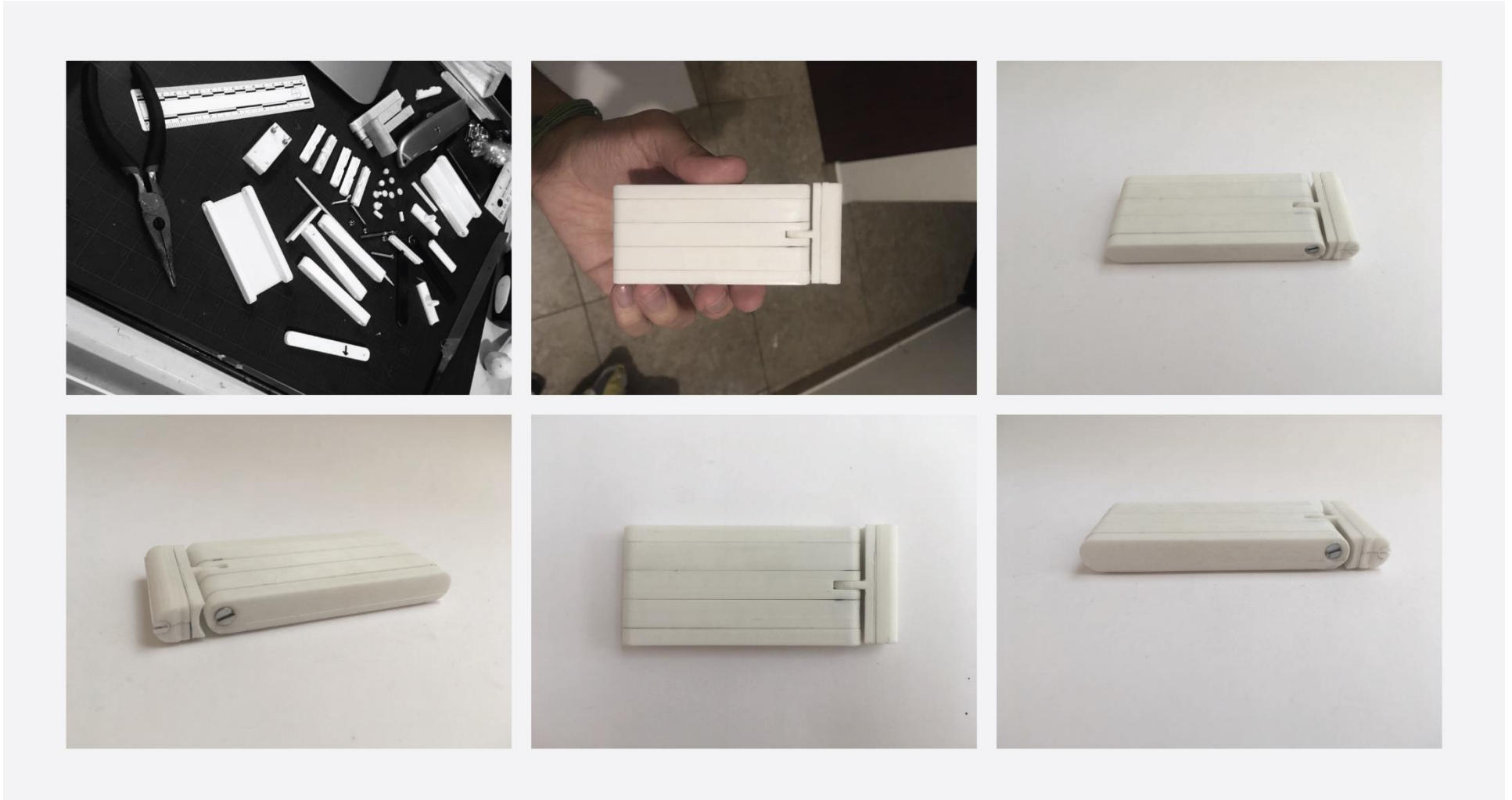


Ilustración 73. Primer prototipo en impresión 3D. Fuente: Elaboración propia.

Por medio de este prototipo se lograría exponer el diseño a varias pruebas de validación en cuanto a funcionamiento o pruebas de interacción.

12.7. Pruebas de función e interacción de propuesta seleccionada

Pruebas de función:

Se realizaron diferentes pruebas de posicionamiento de la estructura del prototipo para verificar su estabilidad, movilidad y compatibilidad con dos testigos métricos diferentes que utilizan en el Ministerio Público.

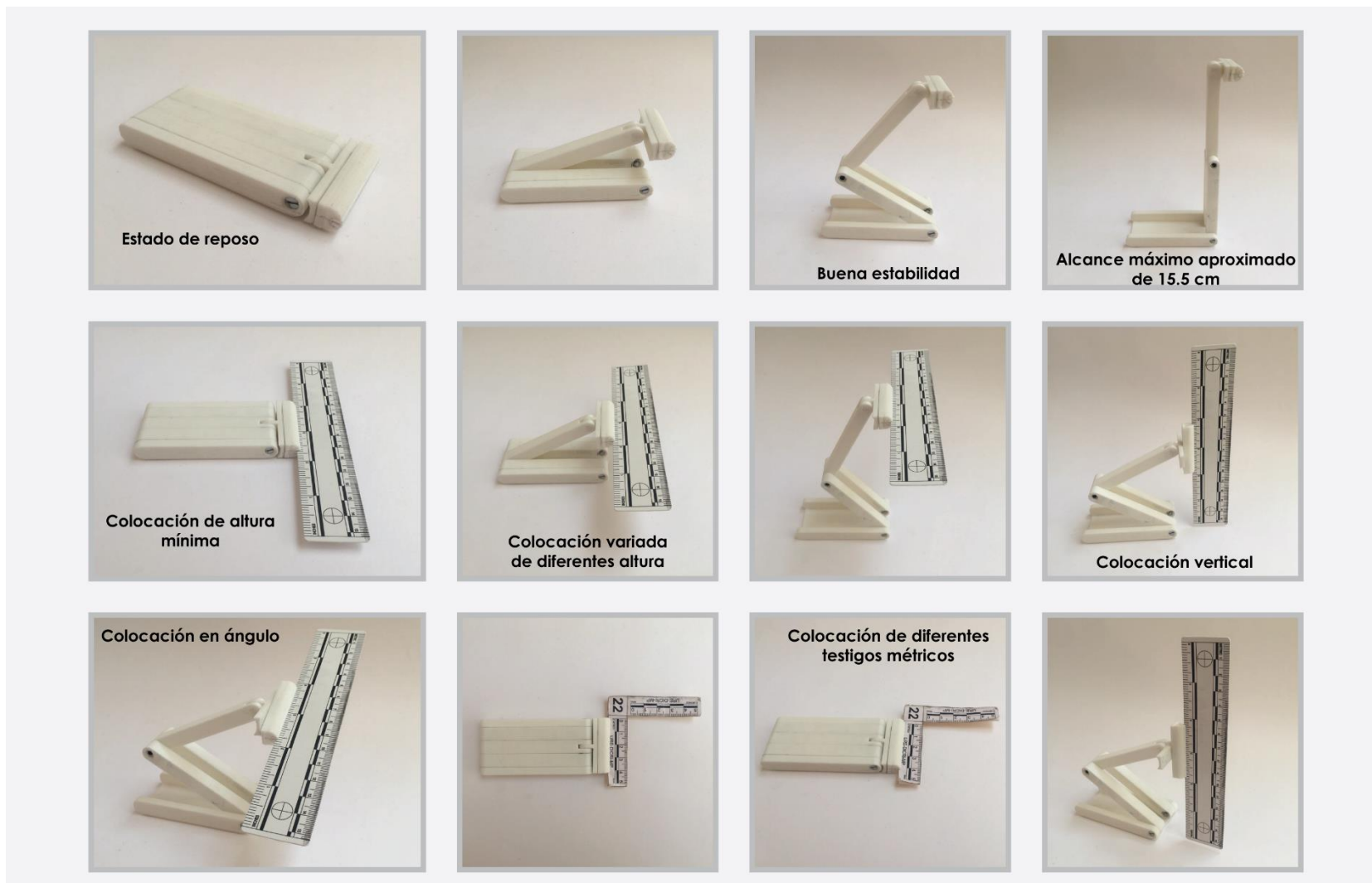
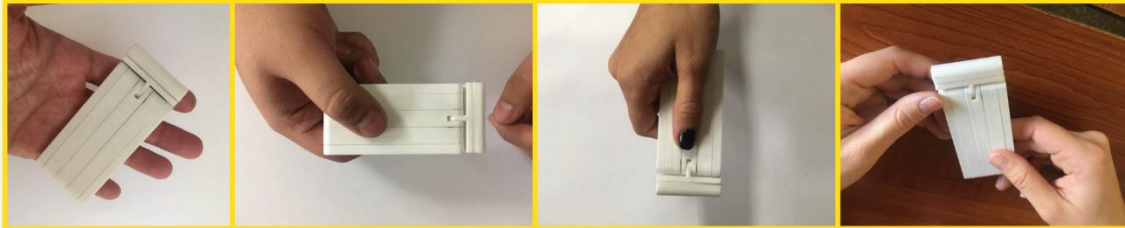


Ilustración 74. Pruebas de función de prototipo. Fuente: Elaboración propia.

Las pruebas realizadas fueron positivas, cumplieron con requerimientos importantes del proyecto pues se mantuvo una gran estabilidad, una movilidad accesible en su estructura que al mismo tiempo soporta lo necesario, se adapta fácilmente a los dos tipos de testigos métricos que se utilizan usualmente en el Ministerio Público y logra una colocación en diferentes ángulos.

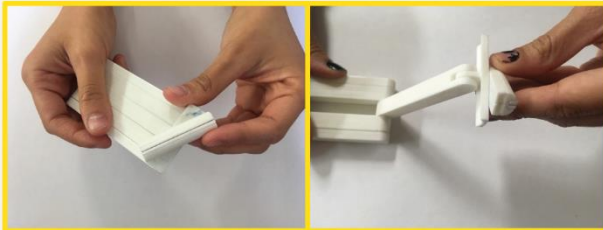
Pruebas de interacción:

Se realizaron pruebas con la intención de conocer y observar el tipo de interacción que tendrían diferentes personas con el prototipo al usarlo y manipularlo. El objetivo era conocer cómo lo sostendrán, cómo lo usarán y si sienten algún tipo de incomodidad.



Reposo

Más del 80% de quienes lo sostuvieron lo tomaban con una sola mano.



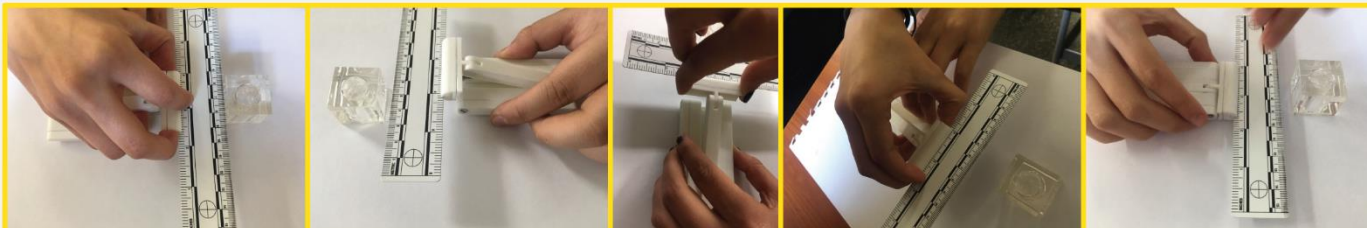
Giro de sujetador

El giro resistió toda aplicación de fuerza de parte de quienes lo utilizaron.



Adaptación de testigo métrico

El sujetador de testigo métrico fue aprobado, todos lo lograron colocar (existió variación en el modo de agarre de la base).



Posicionamiento a una altura de objeto

La estructura fue accesible para todos quienes lo usaron. Existió gran variación de método para extenderlo y colocarlo.

PRUEBA DE INTERACCIÓN

La interacción de las personas con el objeto fue positiva, no hubo ningún problema o incomodidad al utilizarlo. Se comentó el agrado de las proporciones ya que se podía sostener con una sola mano. La forma continua del objeto hizo que no se tuviera problema al revisarlo con las manos mientras lo giraban.

13. VALIDACIÓN DE PROPUESTA SELECCIONADA

A continuación se presenta una **validación general de resultados** con base en las pruebas realizadas en la investigación. Para ello se empleó el prototipo de la propuesta seleccionada y se combinó el método de colocación restablecido con el método de colocar el testigo métrico en el eje central de objetos cilíndricos o en ángulo.

MEDIDA CORRECTA: 50 mm

MEDIDA EN FOTOGRAFÍA: 50 mm

MEDIDA CORRECTA: 52 mm

MEDIDA EN FOTOGRAFÍA: 52 mm

MEDIDA CORRECTA: 180 mm

MEDIDA EN FOTOGRAFÍA: 180 mm

VALIDACIÓN DE RESULTADOS CON PROPUESTA FINAL

Testigo Métrico

Objeto a fotografar

En figuras cilíndricas o en ángulo, colocar el testigo métrico en su eje central y seguir el método reestablecido en objetos rectangulares.

Ilustración 76. Validación de resultados con propuesta final. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la combinación de los métodos de colocación del testigo métrico fueron totalmente válidos.

En el proceso también se llevó a cabo una **validación con base en experiencia estudiantil**. En ella se compartió el propósito del proyecto junto a su problemática y propuesta de solución a una estudiante de esta área, con el propósito de conocer la opinión desde el punto de vista de futuros profesionales.

Se tuvo el apoyo de Geysi Castillo, estudiante de investigación criminal y forense de la Universidad Rafael Landívar de Guatemala, quien dio su punto de vista al plantearle la necesidad y el margen de error que existía en el método de colocación actual del testigo métrico en la fotografía forense. Ella mencionó que no está totalmente de acuerdo en colocar el testigo métrico siempre en la superficie, ya que si esta no es plana, la medida no concordará como debería y, por ese tipo de resultados, pueden rechazar los casos, sin importar que haya sido un centímetro el que no cuadrara. Al mismo tiempo opina que las fotografías son lo más importante al momento de abarcar una escena del crimen, ya que es la única evidencia que demuestra cómo se encontraba la escena y qué objetos se encontraron en ella; además, la fotografía prácticamente transporta al lugar de los hechos por medio de imágenes.

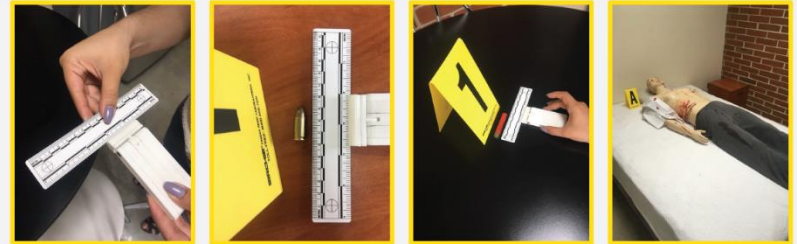
Se obtuvo la oportunidad de compartir los resultados elaborados del proyecto con Geysi Castillo, quien analizó e interactuó con el prototipo de la propuesta seleccionada. La prueba se llevó a cabo en un área de simulación de escenas del crimen dentro de la instalación de la Universidad Rafael Landívar. Se tomaron fotografías para captar la interacción de la estudiante con el objeto para conocer si existe alguna negativa en su forma o función; también se llevaron a cabo pruebas de simulación con algunos objetos y maniqués de prueba.

Al concluir se tuvo el visto bueno del prototipo del diseño seleccionado por parte de Geysi Castillo, quien reconoció que es un buen invento con un tamaño práctico que podría evitar varios problemas en la fotografía forense.

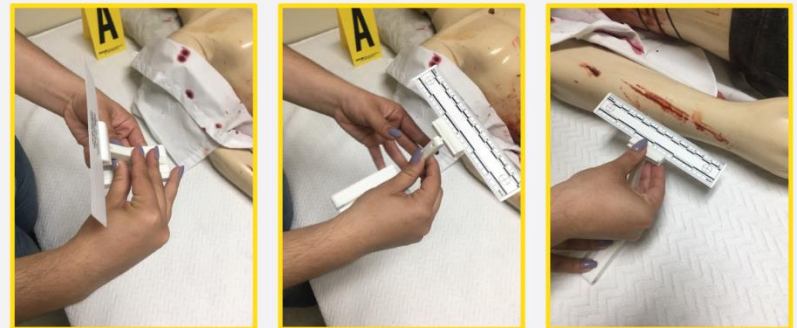
VALIDACIÓN EXPERIENCIA ESTUDIANTIL

Tomas realizadas durante la prueba:

Se observó la manera en que se sostuvo, la colocación del testigo métrico en la herramienta y su aplicación en un objeto pequeño.



Se realizó una demostración de posibles usos para abarcar la escala o proporción de una herida en cuerpos humanos. Resulto útil la opción de colocación en ángulo.



Se experimentó el uso al carecer de una superficie o un espacio en el cual apoyarse. Evitando el riesgo de que se vea una mano tomando el testigo métrico en la fotografía.



Ilustración 77. Validación con base en la experiencia estudiantil. Fuente: Elaboración propia.

◆ MATERIALIZACIÓN

14. MODELO DE SOLUCIÓN

14.1. Descripción verbal y gráfica del modelo de solución

A continuación se presentan *renders* finales de la propuesta oficial del modelo de solución.

**BASE PARA TESTIGO MÉTRICO
EN FOTOGRAFÍA FORENSE**



Ilustración 78. Modelo de solución 1. Fuente: Elaboración propia.

Introducción del diseño:

BASE PARA TESTIGO MÉTRICO EN FOTOGRAFÍA FORENSE

Es una herramienta que funciona como base para sostener y colocar el testigo métrico en varias posiciones, ayudando a que se aplique de manera eficaz y accesible.

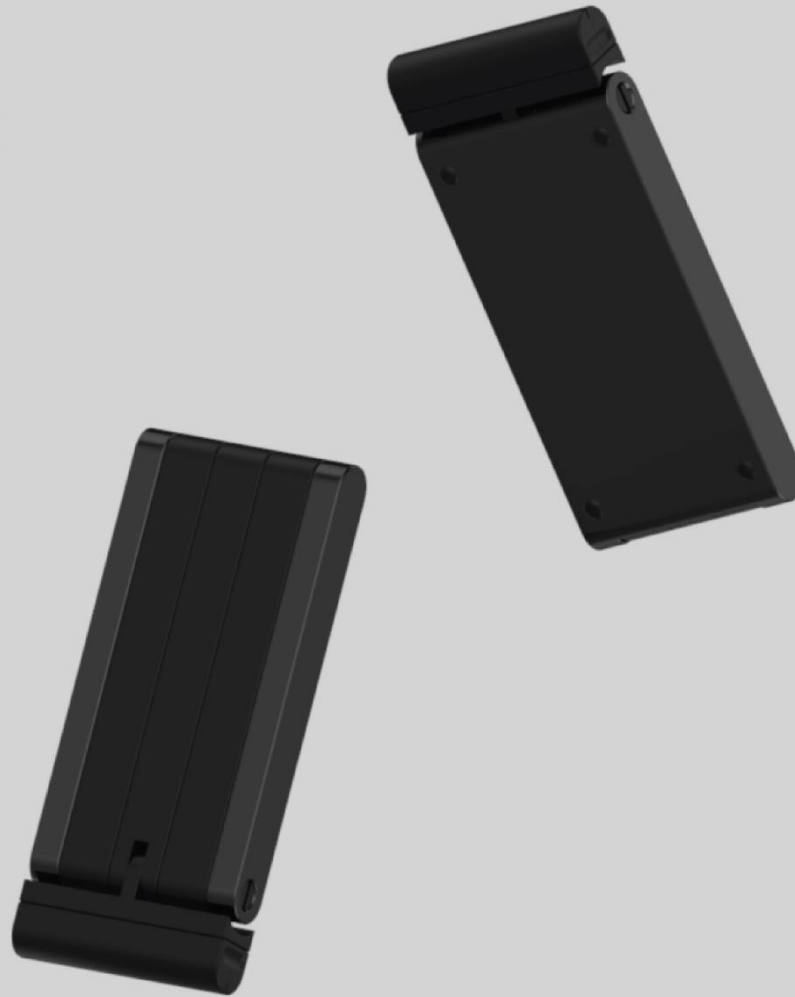


Ilustración 79. Modelo de solución 2. Fuente: Elaboración propia.

Partes generales del diseño:

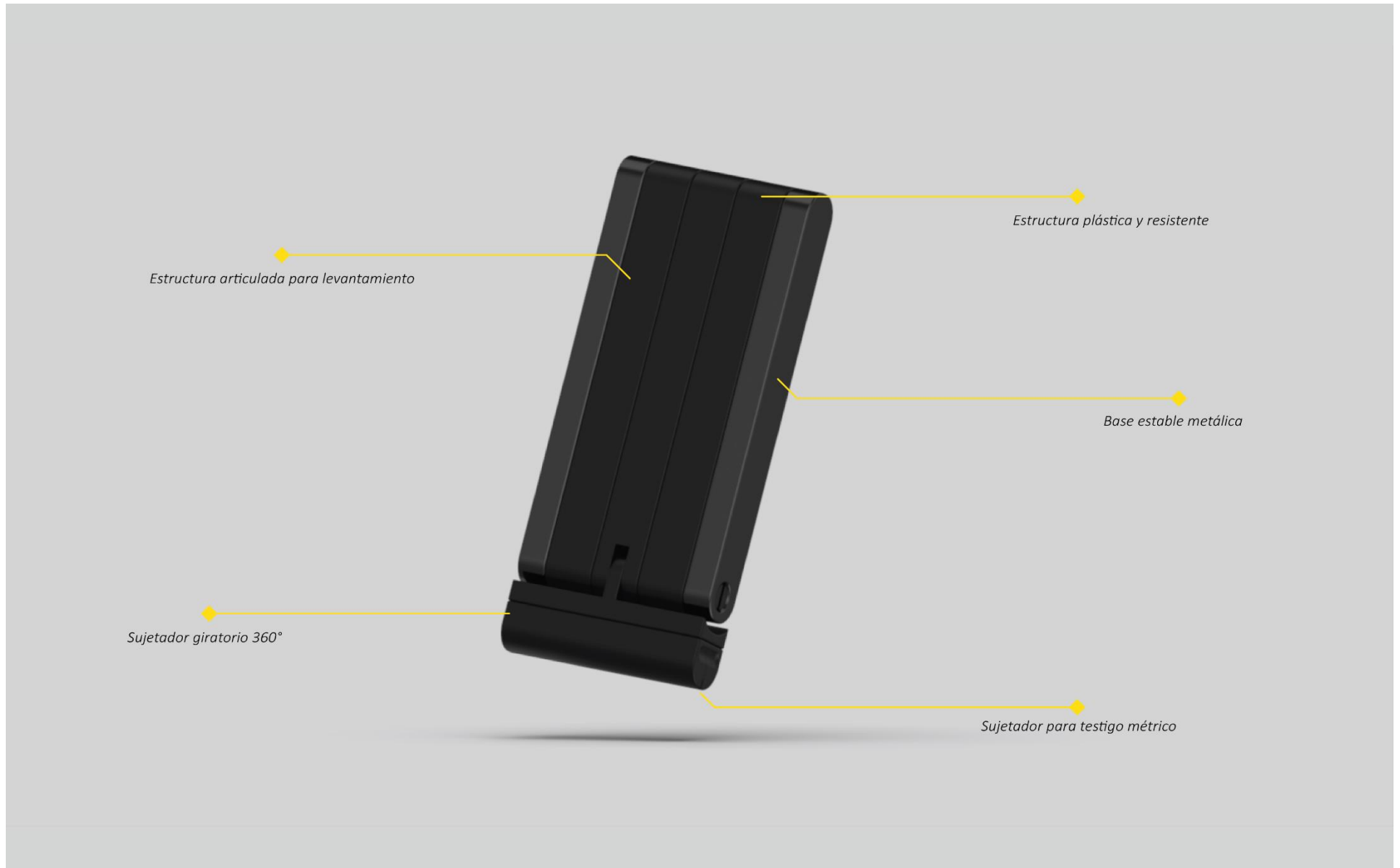


Ilustración 80. Modelo de solución 3. Fuente: Elaboración propia.

El uso de esta herramienta permitirá realizar un trabajo más exacto y con mejor aplicación.

♦ **ESTA HERRAMIENTA AUMENTA EL RESULTADO A 97% DE EXACTITUD AL UTILIZARLO DE MANERA CORRECTA.**



Ilustración 81. Modelo de solución 4. Fuente: Elaboración propia.

La manera de manejar la herramienta es práctica y sencilla; permite colocar el testigo métrico sin mayor esfuerzo.

◆ **BASE ESTABLE Y RESISTENTE**



**RESISTENTE A SALPICADURAS
Y AL CALOR** ◆

Ilustración 82. Modelo de solución 5. Fuente: Elaboración propia.

El diseño se compone por un total de 14 piezas.



Ilustración 83. Modelo de solución 6. Fuente: Elaboración propia.

Se representa bien el concepto de diseño desarrollado; se mantuvo una relación visual con el producto forense.



◆ **DISEÑO Y FORMA ELEGANTE Y AGRADABLE
A SIMPLE VISTA.**

Ilustración 84. Modelo de solución 7. Fuente: Elaboración propia.

Hecho de materiales resistentes.

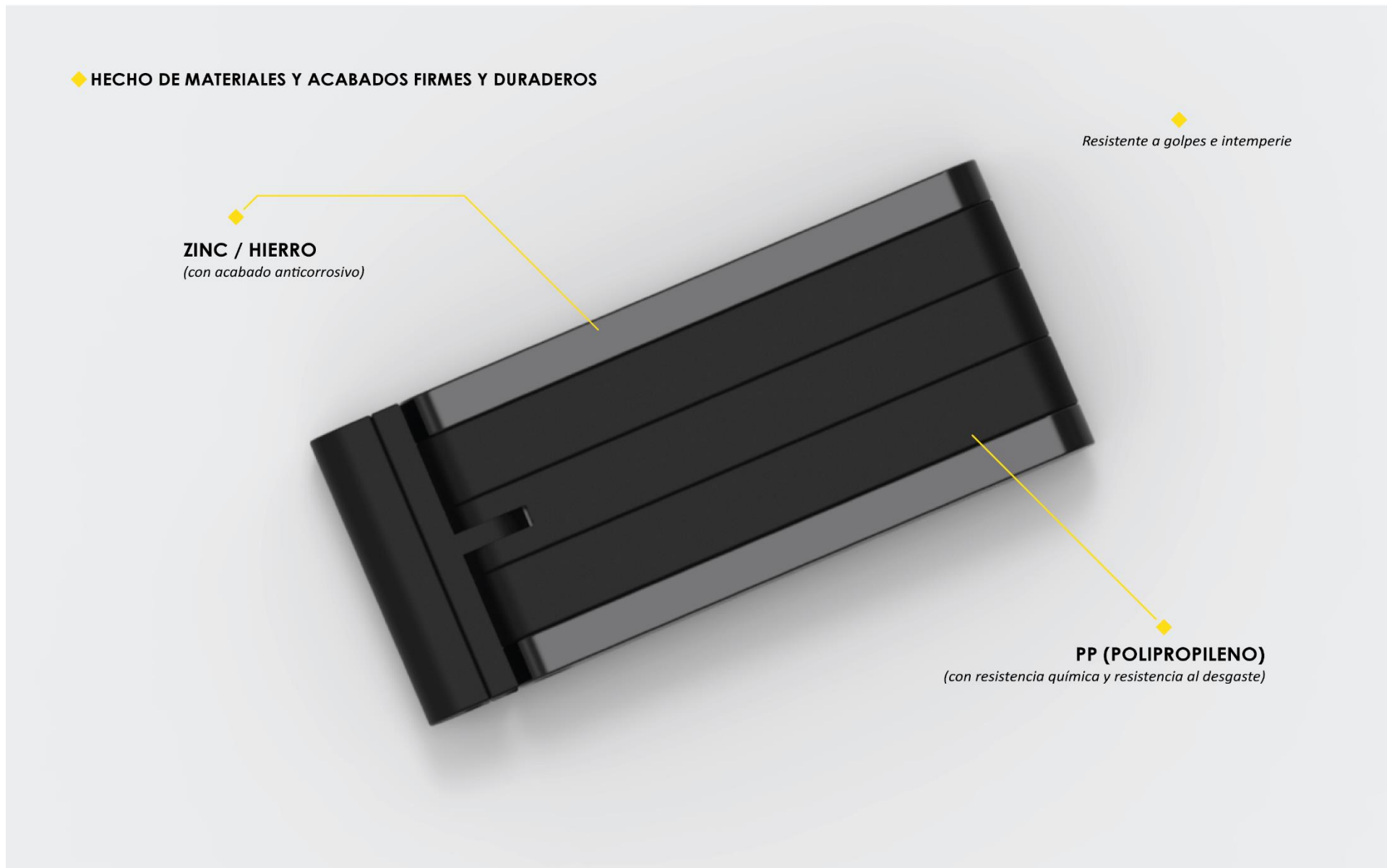


Ilustración 85. Modelo de solución 8. Fuente: Elaboración propia.

Mantiene formas simples y agradables al tacto y a simple vista; evita formas orgánicas o rasposas.



Ilustración 86. Modelo de solución 9. Fuente: Elaboración propia.

Se pueden colocar diferentes testigos métricos, principalmente de vinil y papel.

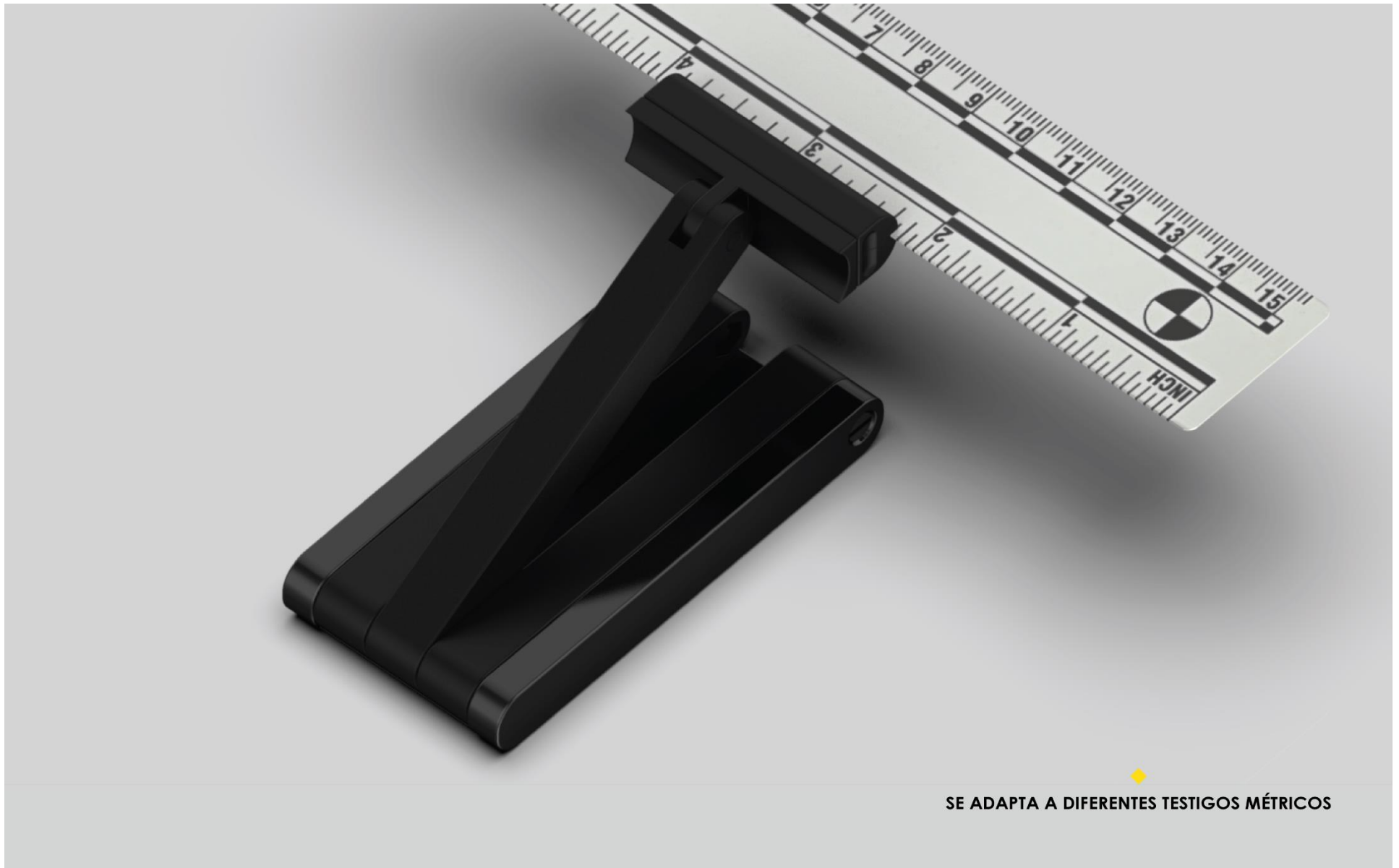


Ilustración 87. Modelo de solución 10. Fuente: Elaboración propia.

La boquilla puede alcanzar un máximo de 155 milímetros de altura.



Ilustración 88. Modelo de solución 11. Fuente: Elaboración propia.

Aumenta la calidad de la imagen forense.



PERMITE UNA COLOCACIÓN IDEAL DEL TESTIGO MÉTRICO.

Ilustración 89. Modelo de solución 12. Fuente: Elaboración propia.

Para obtener una aplicación ideal del testigo métrico, el diseño permite colocarlo en diferentes posiciones o ángulos.



Ilustración 90. Modelo de solución 13. Fuente: Elaboración propia.

Mantiene formas simples y agradables al tacto y a simple vista; evita formas orgánicas o rasposas.



Ilustración 91. Modelo de solución 14. Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presentan fotografías del modelo de solución:



Ilustración 92. Modelo de solución 10. Fuente: Elaboración propia.

Fotografías con un testigo métrico y ponen a prueba su aplicación y función:



Ilustración 93. Modelo de solución 11. Fuente: Elaboración propia.

Imágenes del modelo de solución en diferentes entornos y superficies:



Ilustración 94. Modelo de solución 12. Fuente: Elaboración propia.

Imágenes del modelo de solución en diferentes superficies:



Ilustración 95. Modelo de solución 13. Fuente: Elaboración propia.

Imágenes del modelo de solución en diferentes superficies:



Ilustración 96. Modelo de solución 14. Fuente: Elaboración propia.

Imágenes del modelo de solución en diferentes superficies:



Ilustración 97. Modelo de solución 15. Fuente: Elaboración propia.

Imágenes del modelo de solución mientras es utilizado de manera correcta junto con indicadores:



Ilustración 98. Modelo de solución 16. Fuente: Elaboración propia.

Composición de herramientas base con testigos métricos e indicadores de evidencia:



Ilustración 99. Modelo de solución 17. Fuente: Elaboración propia.

15. MANUAL DE USO

Se propuso un manual de uso de una sola página con la idea de no forzar la manera en que se debe articular la estructura de la base para testigo métrico. Se trata de dar leve libertad para realizar una colocación ideal del testigo métrico en fotografía forense.

El manual consta de dos partes:

1. Los pasos generales que se deben seguir para utilizar de manera apropiada la herramienta base. En él se explica dónde sujetarlo para insertar el testigo métrico en la boquilla de la herramienta y lo recomendado para estirar la estructura antes de colocarla en alguna superficie (dependiendo el caso u objeto).
2. Se agrega información base para guiar cómo colocar de mejor manera el testigo métrico en variaciones de formas posibles. Se trata de mostrar de manera gráfica y verbal.

Con este manual no solo se muestra la manera correcta de utilizar el objeto en sí, sino que también auxilia al usuario para analizar cuál sería la posición ideal para colocar el testigo métrico según las distintas formas de los indicios y evidencias.

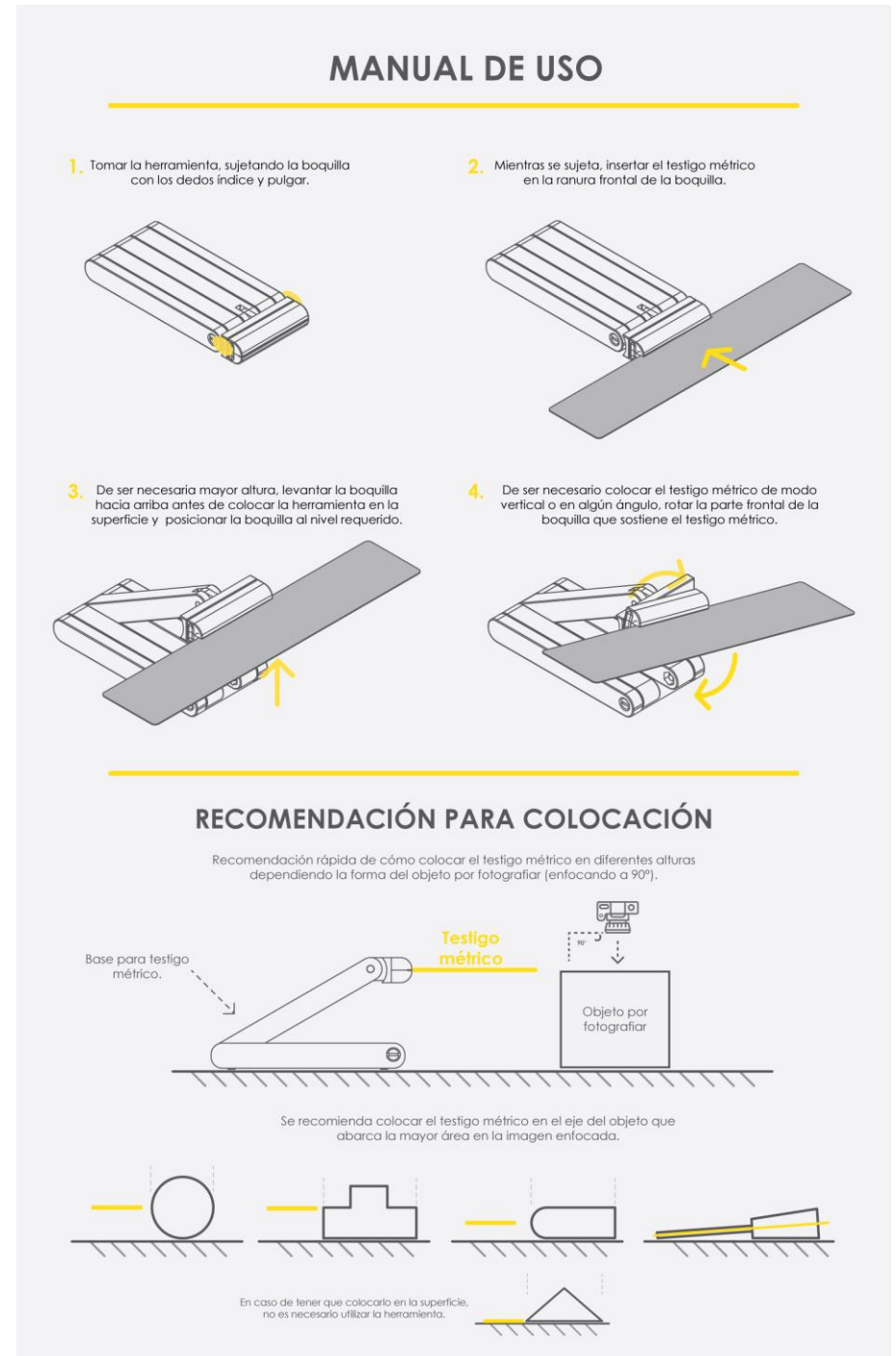


Ilustración 100. Manual general de uso. Fuente: Elaboración propia.

16. VALIDACIÓN FINAL

Se realizaron diferentes medios para conseguir una validación final completa, en la cual se pusieron a prueba sus características y objetivos generales.

La parte de documentación de esta validación estará dividida en dos partes:

1. Validación con base en requerimientos y parámetros:

Se analiza cada requerimiento junto a su parámetro para analizar si la base de testigo métrico cumple por completo o no.

2. Validación con usuarios profesionales:

Esta validación se llevó a cabo con técnicos forenses profesionales y con experiencia. El diseño se expondrá al entorno dirigido para ser analizado y utilizado; la finalidad será conseguir una opinión en la etapa final de validación.



Ilustración 101. Modelo de solución con fondo blanco. Fuente: Elaboración propia.

Validación con base en requerimientos y parámetros:

A continuación se presenta una tabla que evalúa si el diseño cumple con la mayoría de los requerimientos exigidos.

VALIDACIÓN A BASE DE REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS	APROBACIÓN ✓ - ✗	JUSTIFICACIÓN En esta parte se presenta una explicación del porqué fue o no aprobado el requerimiento requerido.
1. Lograr mayor exactitud en las fotografías.	✓	Con el apoyo de los análisis de método de colocación realizados, la base de testigo métrico aumenta aproximadamente a 97% de exactitud.
2. Materiales firmes y resistentes.	✓	Se expuso a una caída máxima de 1mt y resistió (solamente se despintó de dos puntos). También se expuso a la intemperie y resistió calor y frío. 
3. Colores y acabados adecuados.	✓	Se cumple los parámetros ya que el diseño es totalmente de color negro, coherente con el análisis de color de productos forenses (ilustración 48).
4. Adaptable a diferentes alturas de evidencias.	✓	Alcanza una medida aproximada de 15.5 cm (Ilustración 74 de referencia) y logra adaptarse a una gran cantidad de tipos de evidencias (Ilustración 76). 
5. Adaptable a diferentes ángulos.	✓	Incorpora una boquilla que logra girar a 360° (ilustración 74) 
6. Base con alta estabilidad y resistencia.	✓	Se logró mantener estable en un mínimo de siete superficies diferentes (madera, pasto, pavimento, superficie mojada o charco, superficie cerámica, superficie de granito y tierra principalmente). 
7. Estructura y base con cantidad moderada de componentes.	✓	La herramienta se compone por medio de 14 piezas en total.
8. Mecanismo funcional.	✓	Logra alcanzar una distancia aproximada de 15.5cm de manera totalmente extendida sin desestabilizarse. (Ilustración 74) 

Ilustración 102. Validación en requerimientos 1. Fuente: Elaboración propia.

La tabla en total se divide en 3 secciones: Requerimiento, aprobación y justificación.

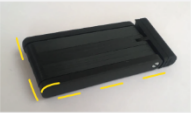

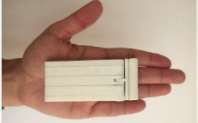



VALIDACIÓN A BASE DE REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS	APROBACIÓN ✓ - ✗	JUSTIFICACIÓN
		En esta parte se presenta una explicación del porque fue o no aprobado el requerimiento requerido.
9.Mecanismo resistente.	✓	Basándose en los prototipos realizados a mitad del proyecto, se aplicó un uso de más de 20 movimientos en su estructura 4 o 5 días a la semana sin notar daño o deficiencia.
10.Diseño estético y apto para uso en criminalística.	✓	Desde el principio de conceptualización se trató se logró un diseño a base de formas geométricas con curvas leves. Combinando con otros productos forenses a base de su análisis (Ilustración 48). 
11.Sin texturas inseguras alrededor del diseño.	✓	Su forma no tiene ninguna textura incomoda y se logró evaluar con la prueba de interacción (Ilustración 75). 
12.Tamaño práctico y accesible de transportar.	✓	Su forma no pasa de los 11 cms de largo y de 5 ms de ancho. 
13.Adaptable a testigos métricos.	✓	Se logra adaptar a los 2 principales testigos métricos que utilizan en el Ministerio Público. 
14.Colocación sin interferencia.	✓	A base de las pruebas realizadas, no obstruye en ningún momento algún detalle del objeto a fotografiar (Ilustración 76 de referencia). 
15.Lavable.	✓	La propuesta con los acabados anticorrosivos y duraderos, es posible lavarse con agua y alcohol (evitando el "thinner" y cloro). 
16.Construcción Viable.	✓	Esta propuesta para elaborarse en inyección de plástico y fundición de metal. (También puede realizarse las bases metálicas de manera "artesanal" y piezas plásticas con impresión 3D)
17.Precio económico.	✓	No superara los Q400 de venta, quedara más bajo de los Q500 establecidos como parámetro.

Ilustración 103. Validación en requerimientos 2. Fuente: Elaboración propia.

En conclusión, la validación con base en los requerimientos y parámetros es totalmente positiva y aprueba todos los puntos pues cumple cada parámetro exigido al principio del proyecto gracias a la medición de cada una en las pruebas realizadas.

VALIDACIÓN CON USUARIOS PROFESIONALES

Esta validación es crucial para determinar el nivel de funcionamiento y utilidad de la herramienta base para testigo métrico pues se expone a al uso de técnicos forenses del Ministerio Público en el área de fotografía de evidencias.

Se tiene la oportunidad de realizar esta validación con usuarios que tienen una experiencia en el trabajo forense.

La validación consistió en entregar a los técnicos forenses dos bases para testigo métrico, un manual de uso y una encuesta de evaluación sobre el rendimiento y opinión al respecto del producto, el cual emplearan durante su turno de trabajo del Ministerio Público de Guatemala. Se documentó el proceso de uso por medio de fotografías, videos y grabaciones.

Se requería elaborar pruebas de las funciones de la herramienta base para dar una opinión completa al respecto y evidenciar si es factible cada una de sus características para cubrir las distintas necesidades.

Se realizó un video narrativo en el que se muestran imágenes y videos de cómo se utilizó y aplicó la base para testigo métrico en diferentes evidencias, mientras un técnico en investigación criminal y forense narra todos los aspectos posibles del producto.

Enlace del video:

<https://drive.google.com/open?id=1ecb79OTQVjzGnZuvl3begFZ6HYsp895x>

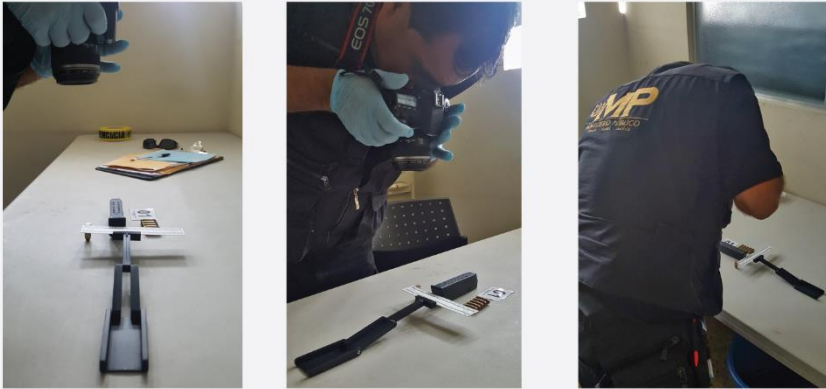


Ilustración 104. Modelo de solución con fondo blanco 2. Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta imágenes tomadas durante el proceso de validación por partes de los fotógrafos forenses en el Ministerio Público de Guatemala.

VALIDACIÓN CON TÉCNICOS FORENSES

En estas pruebas se mantuvo la base para testigo métrico totalmente estirada, logró una estabilidad firme.



Se observa cómo, gracias a la base, se colocó el testigo métrico con facilidad a la altura necesaria de los objetos por fotografiar.



Resultado de las imágenes captadas.

El testigo métrico se encuentra bien colocado, sin interferir o tapar ningún detalle, al igual que la base.



En esta validación se muestra el tipo de objetos que normalmente el fotógrafo forense encuentra en las escenas del crimen.

VALIDACIÓN CON TÉCNICOS FORENSES



Posicionamiento de dos bases de testigo métrico en dos diferentes evidencias. Cada uno colocado a la altura del borde superior.



Ilustración 106. Validación 2. Fuente: Elaboración propia.

En las imágenes captadas se demuestra que la herramienta base para testigo métrico no interfiere en las imágenes finales.

VALIDACIÓN CON TÉCNICOS FORENSES

La base de testigo métrico puede ser colocada de manera en la que quede totalmente extendida, o pueda levantarse una sola parte de su estructura. A pesar de su variación de posiciones, no interfiere ni tapa ningún detalle en la imagen.



Resultado de las imágenes captadas desde 90°. El testigo métrico está colocado al mismo nivel o plano de lo que se capta de los objetos en la imagen.



Ilustración 107. Validación 3. Fuente: Elaboración propia.

Los teléfonos celulares son una evidencia que se presenta muy seguido en escenas del crimen. En ellas se encuentran muchos tipos de celulares de diferentes marcas y estilos, lo cual implica diferentes formas y tamaños.

La altura de estos dispositivos no suele ser mucha, aunque siempre supone algún error en la imagen si no es colocado el testigo métrico de la manera ideal.

VALIDACIÓN CON TÉCNICOS FORENSES



Existe gran diversidad de formas con diferentes alturas que varían en milímetros; esto puede afectar la calidad de la fotografía forense si se aplica incorrectamente el testigo métrico, lo que conlleva a la pérdida de calidad.



Ilustración 108. Validación 4. Fuente: Elaboración propia.

Durante la validación se pudo probar qué tan factible era el tamaño de la base al momento de transportarla a diferentes ubicaciones.

VALIDACIÓN CON TÉCNICOS FORENSES



Se aprobó la característica de tamaño practico y fácil de transportar por diferentes medios (Bolsa, pantalón y chaleco).



Ilustración 109. Validación 5. Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron pruebas en las que se ponía a prueba el sujetador con giro de 360° para colocar el testigo métrico de manera vertical.

VALIDACIÓN CON TÉCNICOS FORENSES



Se probó la función de la base que permite colocar el testigo métrico en ángulo o totalmente vertical; resultó ser funcional. Además, no hubo necesidad de apoyo ni de elementos ajenos.

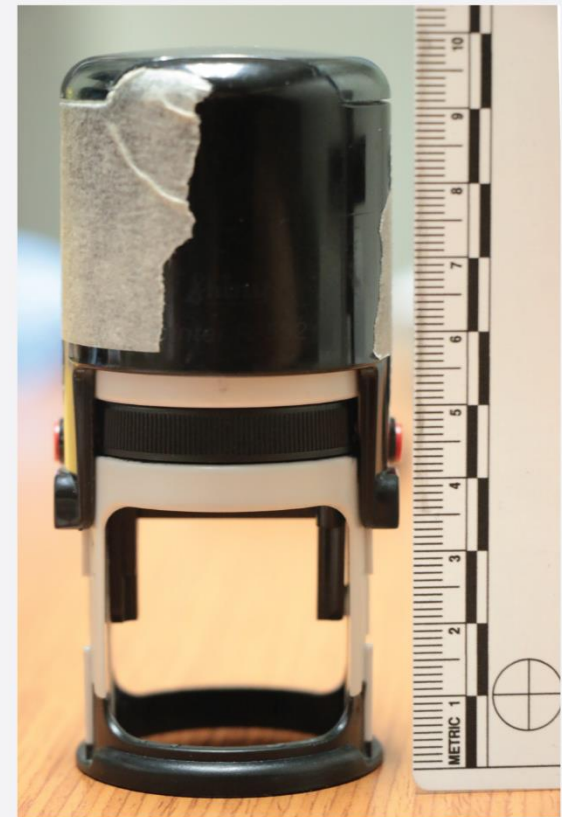
En la siguiente imagen se observa el resultado de utilizar el testigo métrico de manera vertical con el apoyo de la herramienta base. Esta no tapa ningún detalle y es colocado de manera ideal.

VALIDACIÓN CON TÉCNICOS FORENSES

Se realizaron pruebas de colocación horizontal y vertical en un solo objeto. El resultado fue efectivo.



Imagen que se obtuvo al colocar el testigo métrico de manera vertical gracias a la función de la base que así lo permite.



Durante la validación se realizó una prueba extra que consistió en utilizar la segunda base para sostener el indicador del número de evidencia al momento de fotografiar el objeto.

VALIDACIÓN CON TÉCNICOS FORENSES

◆
Durante las pruebas con diferentes objetos se utilizó una herramienta base para colocar el testigo métrico y otra para el número de evidencia.

Se evidenció que esto permitió un uso y posicionamiento eficaz y libre.



En estas imágenes se observa cómo se utilizaron dos herramientas base para colocar el indicador y el testigo métrico en una toma vertical.

VALIDACIÓN CON TÉCNICOS FORENSES



Se utilizaron dos herramientas base para colocar el testigo métrico y el número de evidencia de manera vertical, al lado del eje central del objeto.

A continuación se presenta un ejemplo claro de una colocación ideal en una forma cilíndrica al apoyar la base para testigo métrico.



VALIDACIÓN CON TÉCNICOS FORENSES



En estas imágenes se puede observar la correcta posición que se debe aplicar con el testigo métrico en objetos cilíndricos para diferentes tomas.



Ilustración 114. Validación 10. Fuente: Elaboración propia.

16.1. CONCLUSIÓN

Las pruebas realizadas a la base para testigo métrico en la validación final fueron aprobadas por los técnicos en investigaciones forenses del Ministerio Público de Guatemala. En los entornos en los que se aplicó la herramienta se pudo notar que cumple con lo requerido.

Con la implementación de esta herramienta en el equipo de los fotógrafos forenses se logra una aplicación de trabajo ideal y, al mismo tiempo, eficaz ya que propone variantes en su utilización y una mejora de exactitud en la imagen forense por su correcta aplicación.

Las siguientes conclusiones fueron elaboradas con base en las respuestas y opiniones recibidas por parte de los técnicos en investigaciones forenses del Ministerio Público en una encuesta de validación (adjunta en anexos):

El equipo forense que apoyó esta validación, considera que es una herramienta eficaz y útil para mejorar la calidad y exactitud, ya que el testigo métrico queda en el plano del objeto fotografiado.

Además, lo consideraron una herramienta estable, con un tamaño práctico para transportar y fácil de utilizar sin ninguna incomodidad. Mencionan que estéticamente factible y que la aplicación de color negro es la más adecuada ya que absorbe y minimiza cualquier rebote de luz.

Se recomendó crear una segunda versión especial que se conformaría con la misma forma y diseño, pero de aluminio en lugar de plástico para su estructura. Se concluye que esto sería viable y brindaría mayor resistencia.

Finalmente, el diseño logró una herramienta que cumple su objetivo y que es de gran calidad; por ello, los técnicos afirmaron que lo considerarían para implementarse en el equipo oficial para fotógrafos forenses.

En anexos se encuentra una carta oficial realizada por un técnico en investigaciones forenses del Ministerio Público en la que muestra su opinión del proyecto, confirma su uso y lo aprueba.

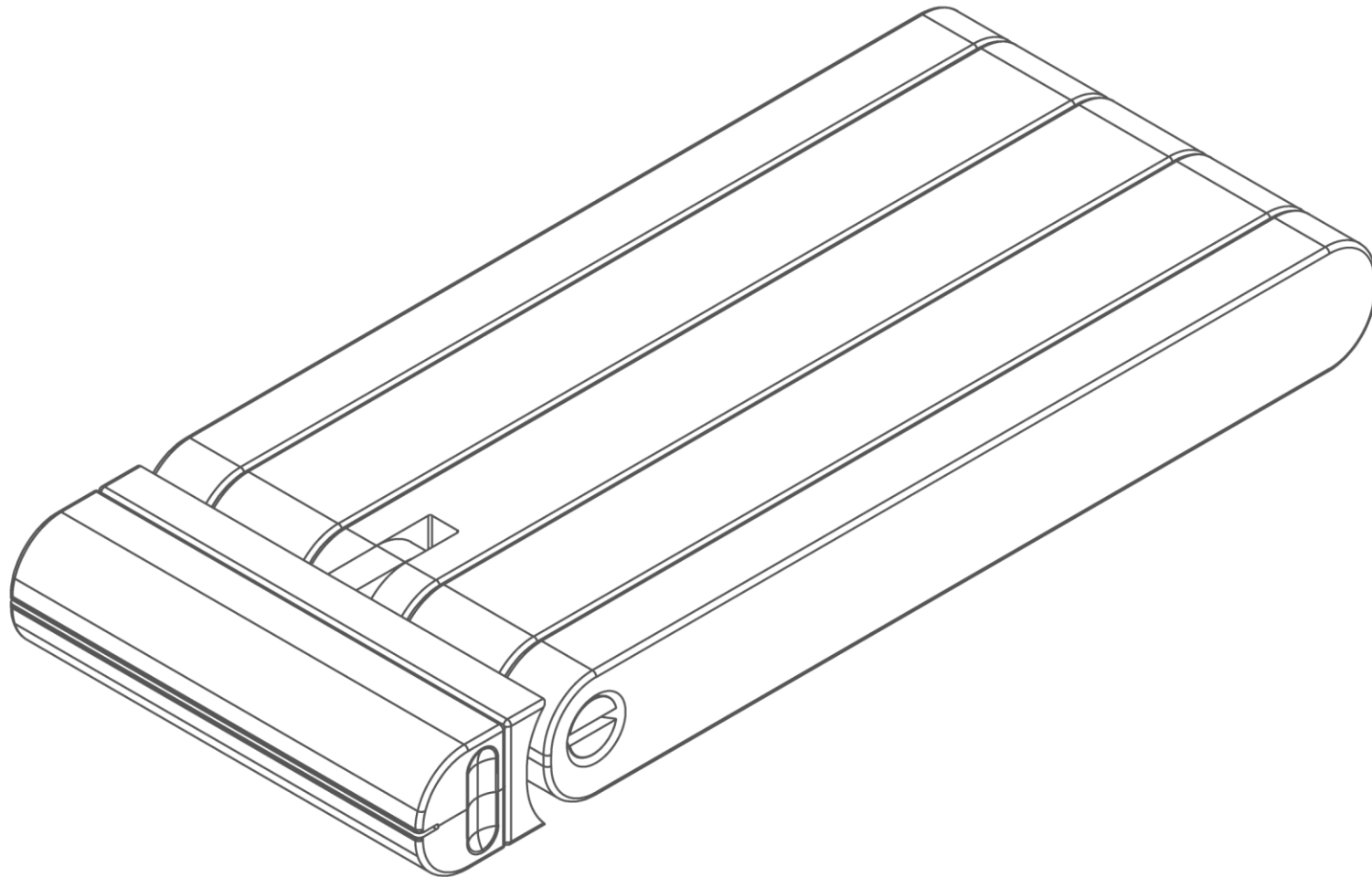


Ilustración 115. Modelo de solución con fondo blanco 3. Fuente: Elaboración propia.


17. PLANOS TÉCNICOS

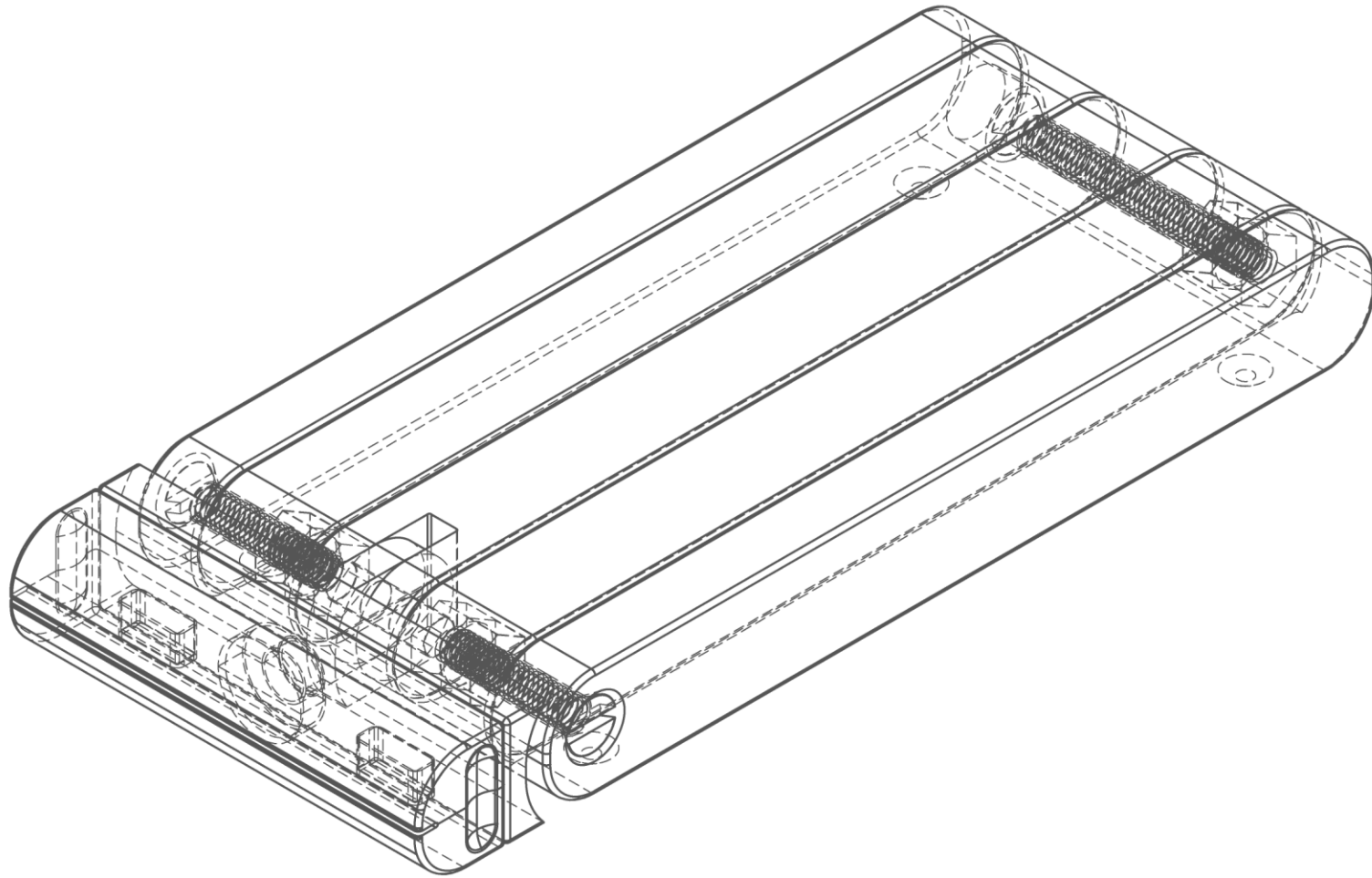
Se realizó un juego de planos técnicos del modelo de solución, el cual cuenta con vistas isométricas, vista de despiece general, vistas ortogonales y planos por pieza.

En las siguientes páginas se presentan los planos técnicos realizados.




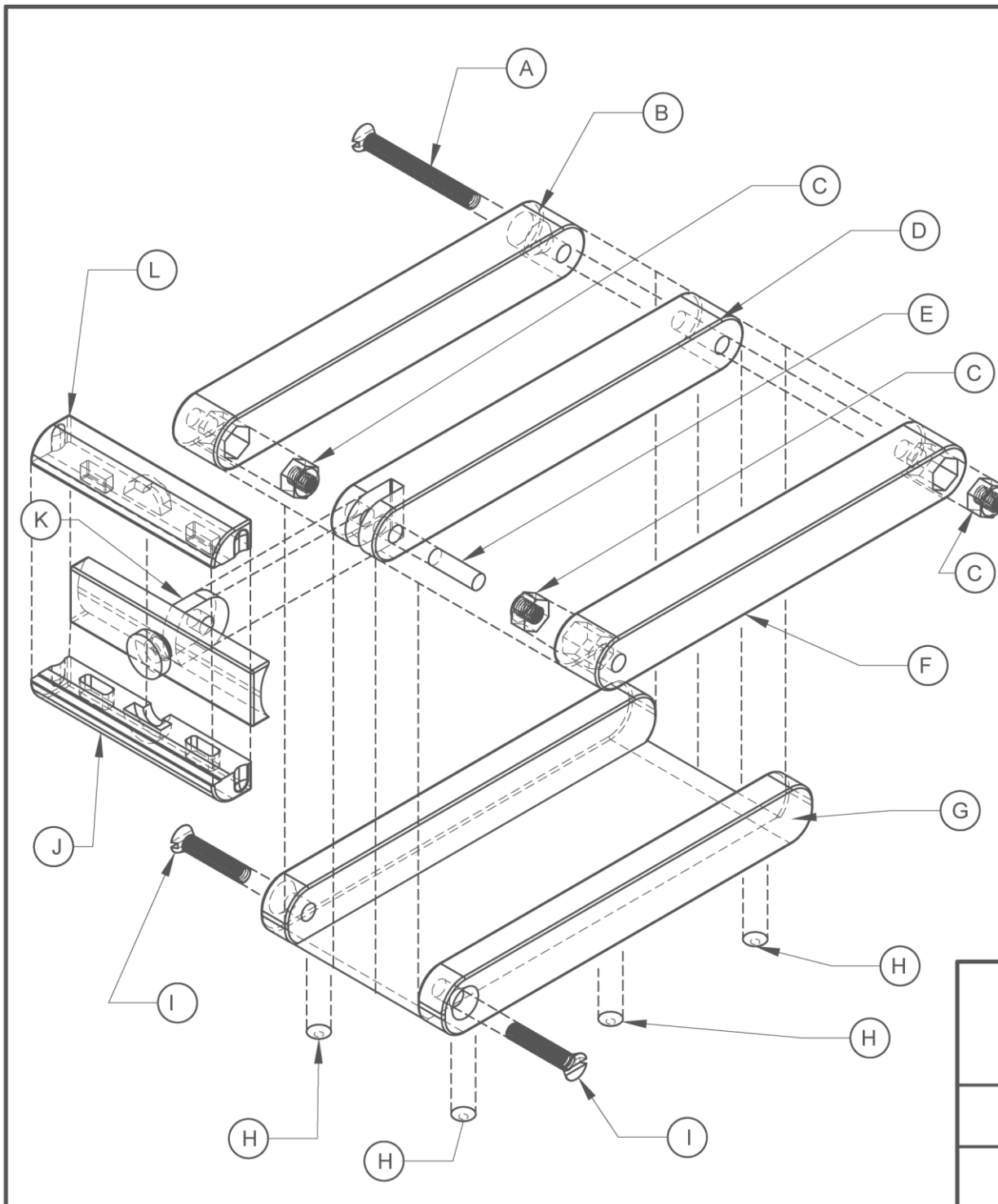
VISTA ISOMÉTRICA 30°/30°
ESC 2:1

	VISTA ISOMÉTRICA GENERAL		
	BASE PARA TESTIGO MÉTRICO		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: KENNETH ROUANET		
	ASESOR: MÓNICA ANDRADE		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 2:1	PLANO: 1/13



VISTA ISOMÉTRICA 30°/30°
ESC 2:1

	VISTA ISOMÉTRICA GENERAL		
	BASE PARA TESTIGO MÉTRICO		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: KENNETH ROUANET		
	ASESOR: MÓNICA ANDRADE		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 2:1	PLANO: 2/13



ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANT.
A	TORNILLO 3x25 DIN 965H PLANA PHILLIPS ROSCA ORDINARIA 4.8	HIERRO	1
B	PIEZA ESTRUCTURA 1	POLIPROPI- LENO	1
C	TUERCA 3 DIN HEZAGONAL DE SEGURIDAD ROSCA ORDINARIA 5	HIERRO	3
D	PIEZA ESTRUCTURA 2	POLIPROPI- LENO	1
E	CILINDRO EJE	POLIPROPI- LENO	1
F	PIEZA ESTRUCTURA 3	POLIPROPI- LENO	1
G	PIEZA BASE	HIERRO	1
H	PIEZA APOYO	POLIPROPI- LENO	4
I	TORNILLO PEQ	HIERRO	2
J	SUJETADOR 1	POLIPROPI- LENO	1
K	PIEZA DE GIRO	POLIPROPI- LENO	1
L	SUJETADOR 2	POLIPROPI- LENO	1



UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDÍVAR

DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

DESCPIECE GENERAL

BASE PARA TESTIGO MÉTRICO

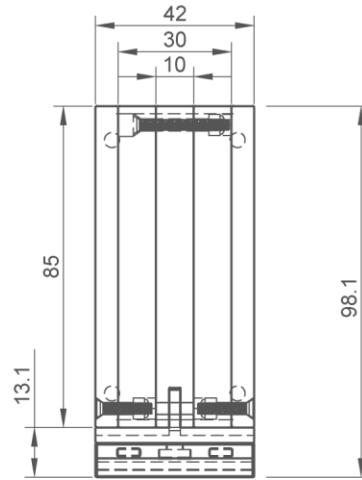
DISEÑADO POR: KENNETH ROUANET

ASESOR: MÓNICA ANDRADE

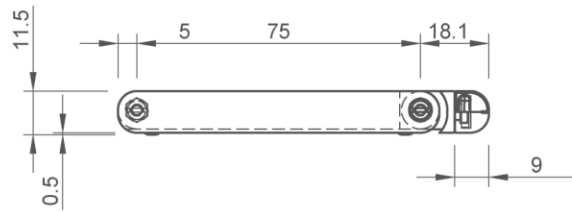
UNIDAD DE MEDIDA:
MM

ESCALA:
1:1

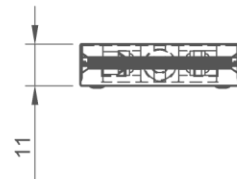
PLANO:
3/13



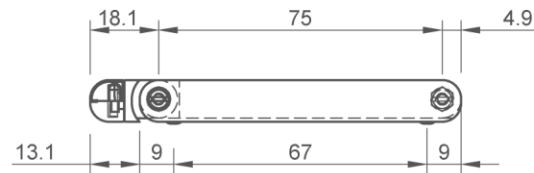
VISTA SUPERIOR



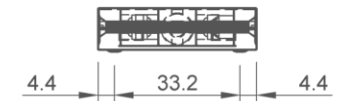
VISTA LATERAL IZQUIERDA



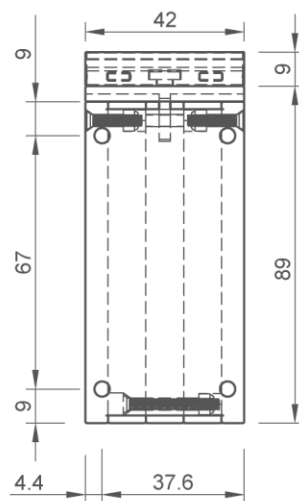
VISTA FRONTAL




VISTA LATERAL DERECHA



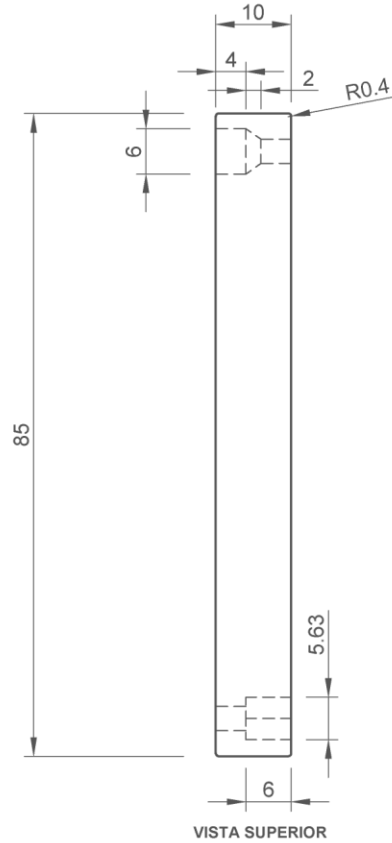
VISTA POSTERIOR



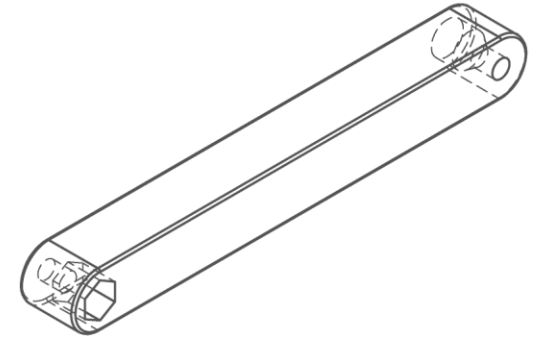
VISTA INFERIOR

	VISTAS ORTOGONALES GENERALES		
	BASE PARA TESTIGO MÉTRICO		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: KENNETH ROUANET		
	ASESOR: MÓNICA ANDRADE		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:2	PLANO: 4/13

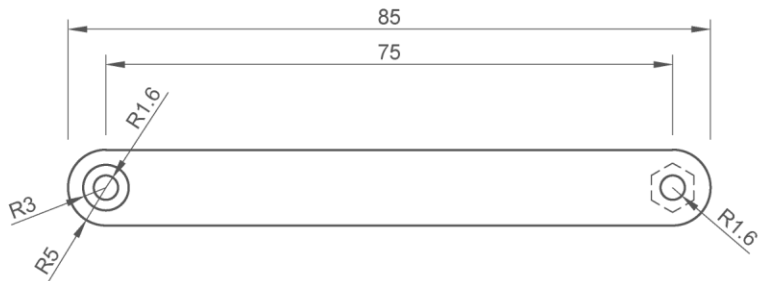
ITEM B - PIEZA ESTRUCTURA 1:



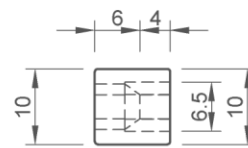
VISTA SUPERIOR



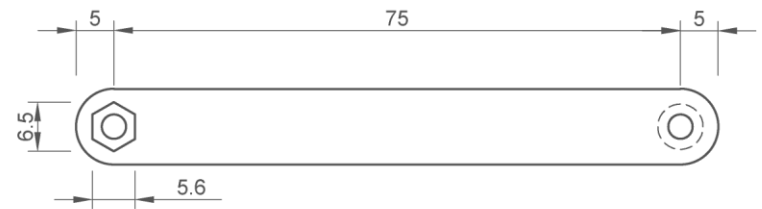
PIEZA ESTRUCTURA 1
VISTA ISOMÉTRICA 30°/30°
ESC 1:1




VISTA LATERAL IZQUIERDA



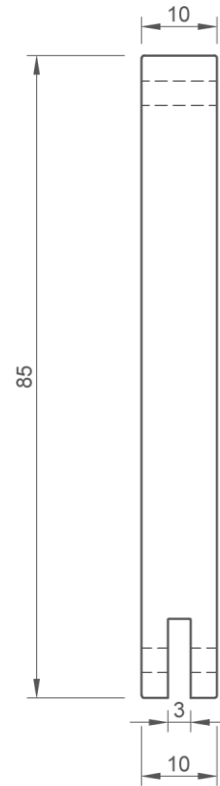
VISTA FRONTAL



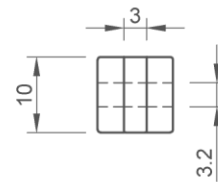
VISTA LATERAL DERECHA

	PLANOS POR PIEZA		
	BASE PARA TESTIGO MÉTRICO		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: KENNETH ROUANET		
	ASESOR: MÓNICA ANDRADE		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:1	PLANO: 5/13

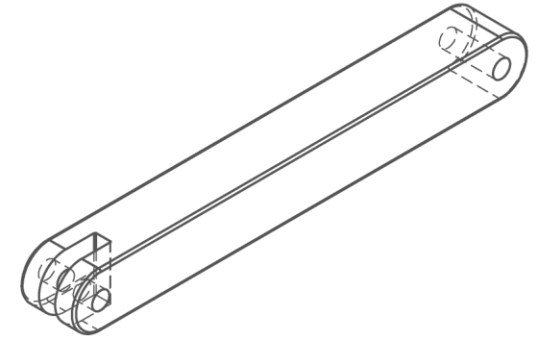
ITEM D - PIEZA ESTRUCTURA 2:



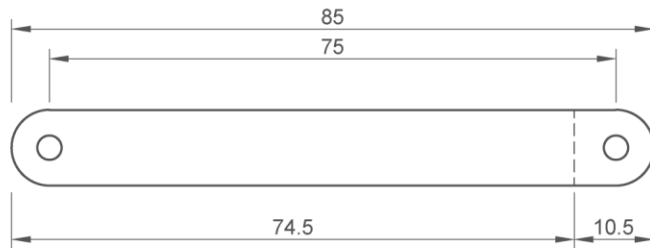
VISTA SUPERIOR



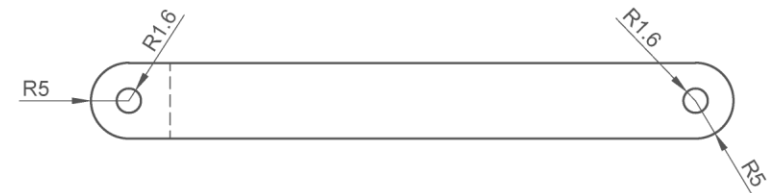
VISTA FRONTAL



PIEZA ESTRUCTURA 2
VISTA ISOMÉTRICA 30°/30°
ESC 1:1



VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA LATERAL DERECHA



UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDÍVAR

DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

PLANOS POR PIEZA

BASE PARA TESTIGO MÉTRICO

DISEÑADO POR: KENNETH ROUANET

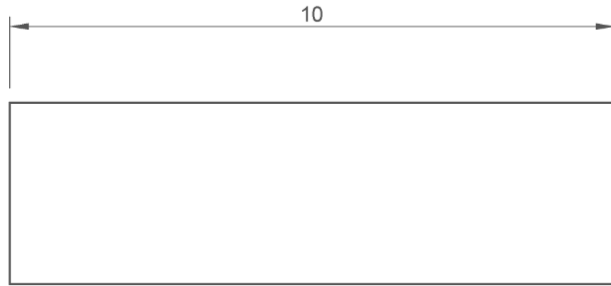
ASESOR: MÓNICA ANDRADE

UNIDAD DE MEDIDA:
MM

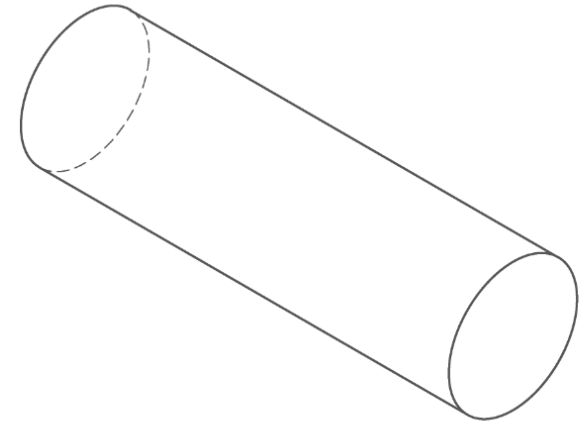
ESCALA:
1:1

PLANO:
6/13

ITEM E - CILINDRO EJE:



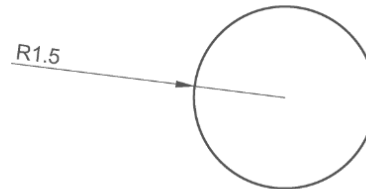
VISTA SUPERIOR




CILINDRO EJE
VISTA ISOMÉTRICA 30°/30°
ESC 8:1



VISTA FRONTAL



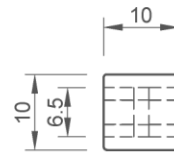
VISTA LATERAL IZQUIERDA

	PLANOS POR PIEZA		
	BASE PARA TESTIGO MÉTRICO		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: KENNETH ROUANET		
	ASESOR: MÓNICA ANDRADE		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 8:1	PLANO: 7/13

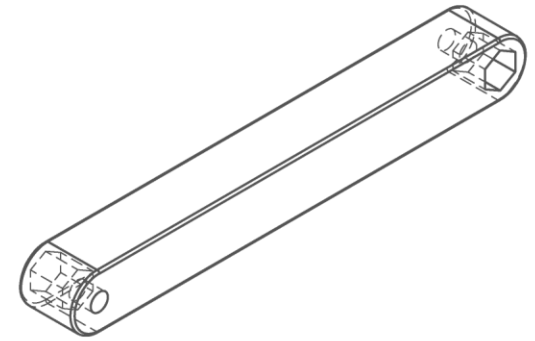
ITEM F - PIEZA ESTRUCTURA 3:



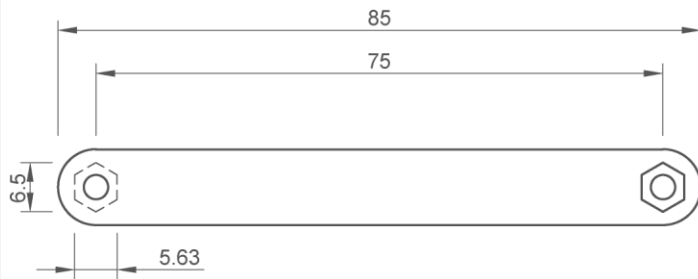
VISTA SUPERIOR



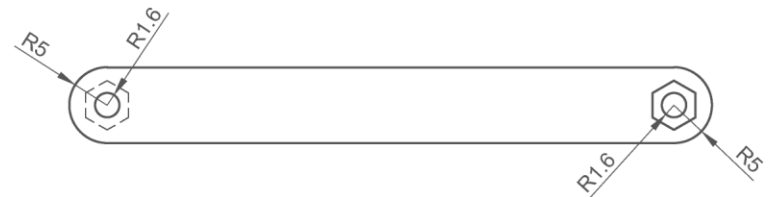
VISTA FRONTAL




PIEZA ESTRUCTURA 3
VISTA ISOMÉTRICA 30°/30°
ESC 1:1



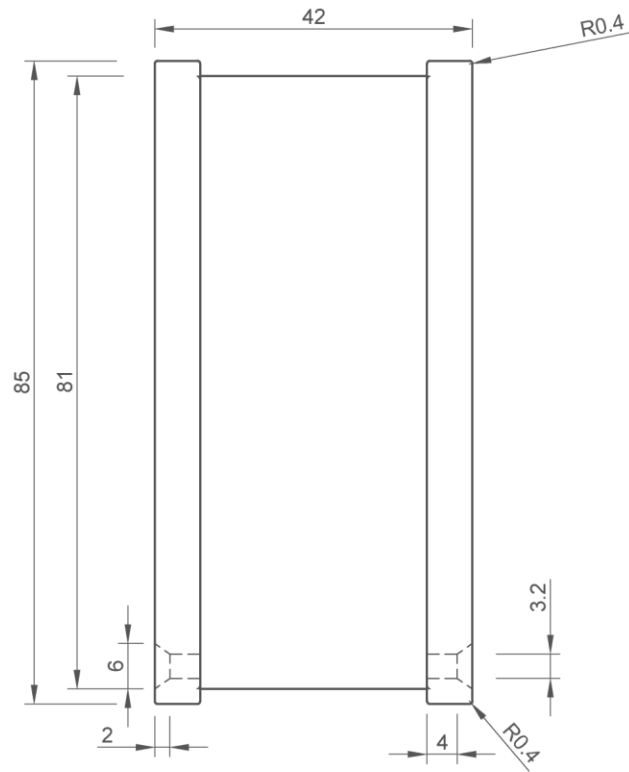
VISTA LATERAL IZQUIERDA



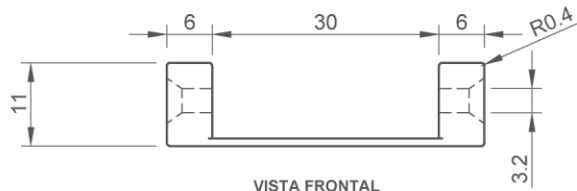
VISTA FRONTAL

	PLANOS POR PIEZA		
	BASE PARA TESTIGO MÉTRICO		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: KENNETH ROUANET		
	ASESOR: MÓNICA ANDRADE		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:1	PLANO: 8/13

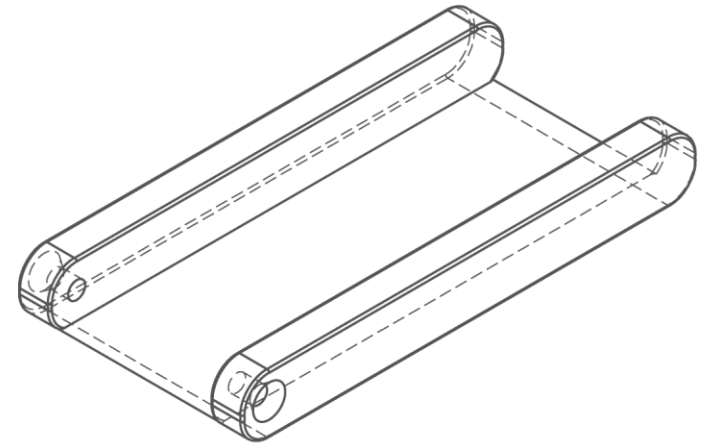
ITEM G - PIEZA BASE:



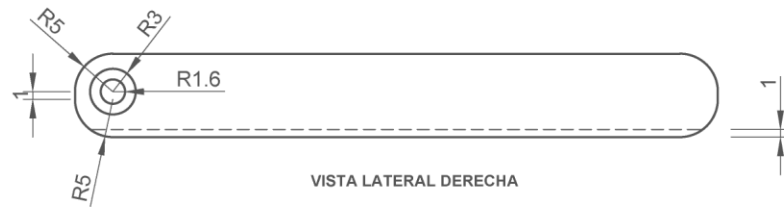
VISTA SUPERIOR




VISTA FRONTAL



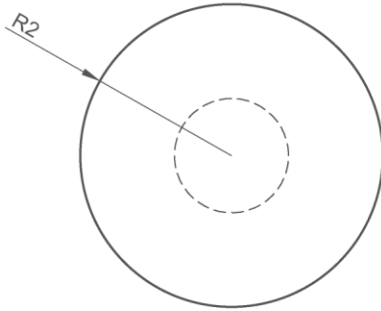
PIEZA BASE
VISTA ISOMÉTRICA 30°/30°
ESC 1:1



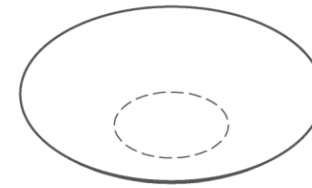
VISTA LATERAL DERECHA

	PLANOS POR PIEZA		
	BASE PARA TESTIGO MÉTRICO		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: KENNETH ROUANET		
	ASESOR: MÓNICA ANDRADE		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:1	PLANO: 9/13

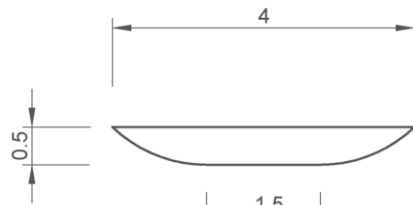
ITEM H - PIEZA APOYO:



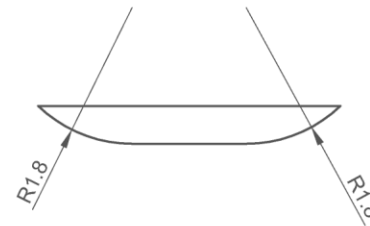
VISTA SUPERIOR



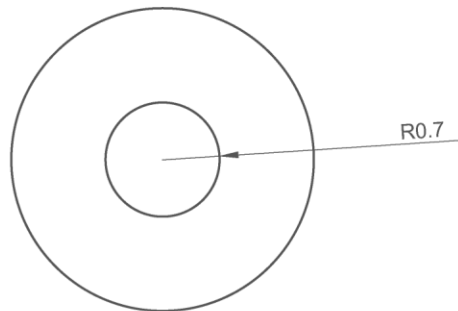
PIEZA APOYO
VISTA ISOMÉTRICA 30°/30°
ESC 10:1




VISTA FRONTAL



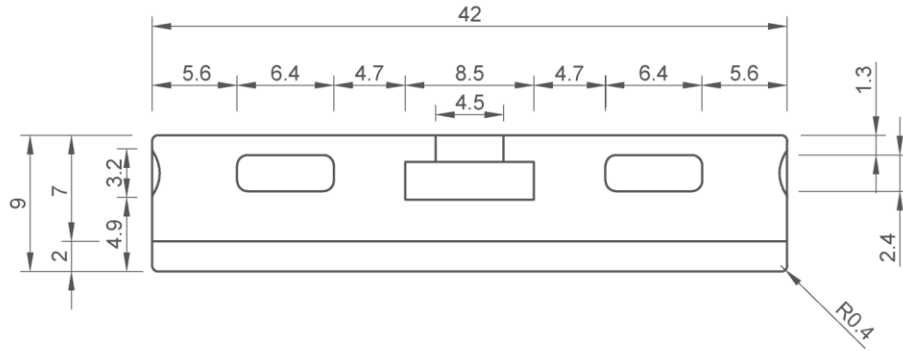
VISTA LATERAL DERECHA



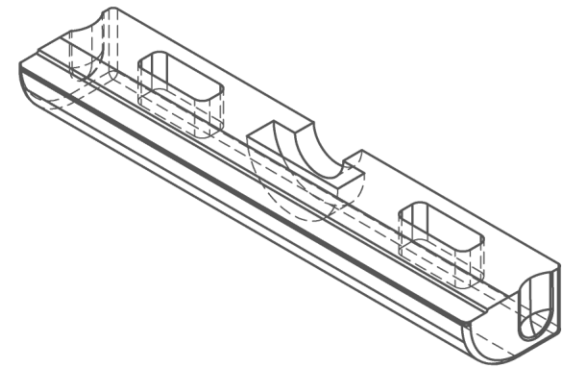
VISTA INFERIOR

	PLANOS POR PIEZA		
	BASE PARA TESTIGO MÉTRICO		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: KENNETH ROUANET		
	ASESOR: MÓNICA ANDRADE		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 10:1	PLANO: 10/13

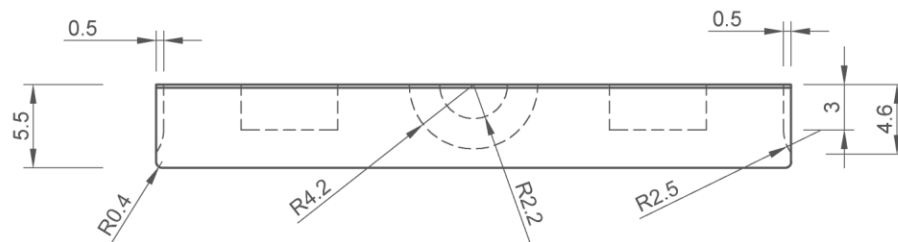
ITEM J - SUJETADOR 1:



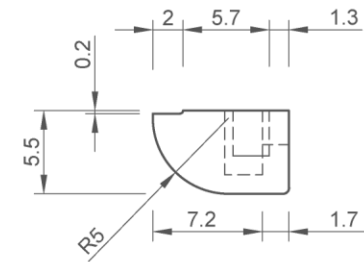
VISTA SUPERIOR



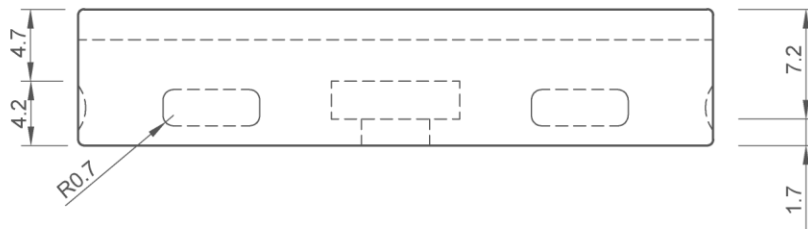
SUJETADOR 1
VISTA ISOMÉTRICA 30°/30°
ESC 2:1




VISTA FRONTAL



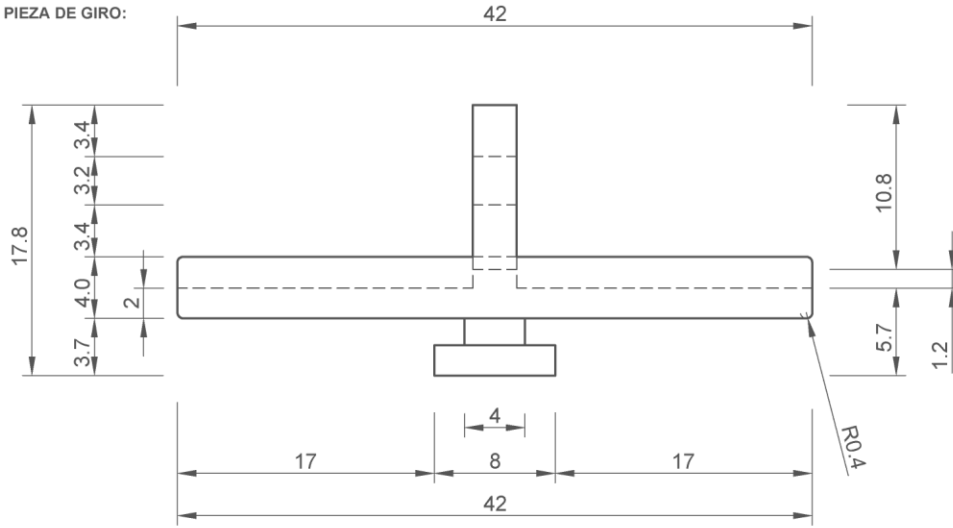
VISTA LATERAL DERECHA



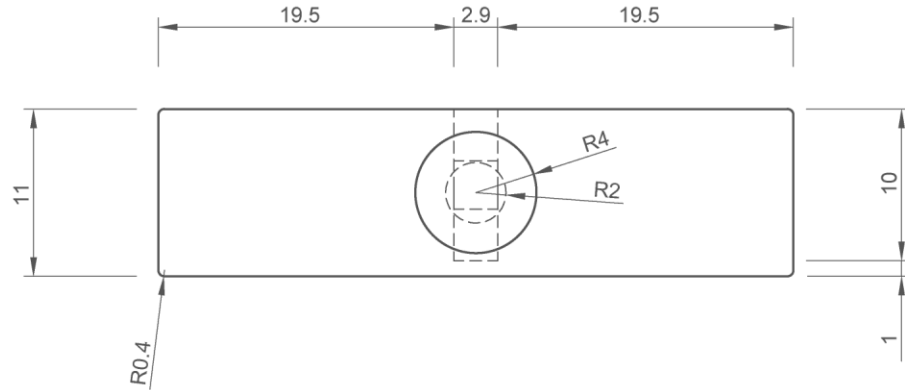
VISTA INFERIOR

	PLANOS POR PIEZA		
	BASE PARA TESTIGO MÉTRICO		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: KENNETH ROUANET		
	ASESOR: MÓNICA ANDRADE		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 2:1	PLANO: 11/13

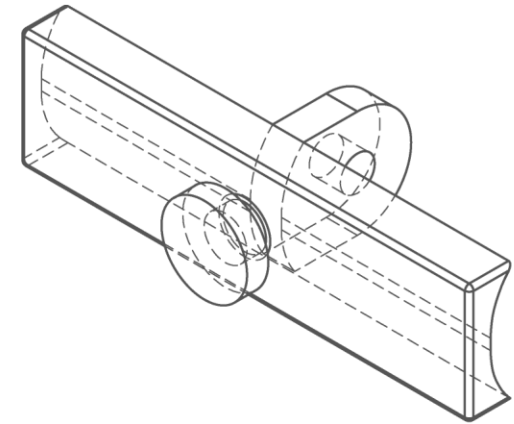
ITEM K - PIEZA DE GIRO:



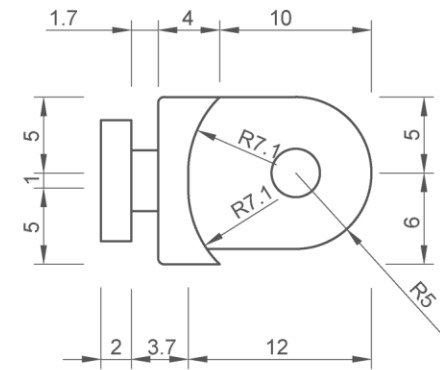
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



PIEZA DE GIRO
VISTA ISOMÉTRICA 30°/30°
ESC 2:1



VISTA LATERAL DERECHA



UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDÍVAR

DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

PLANOS POR PIEZA

BASE PARA TESTIGO MÉTRICO

DISEÑADO POR: KENNETH ROUANET

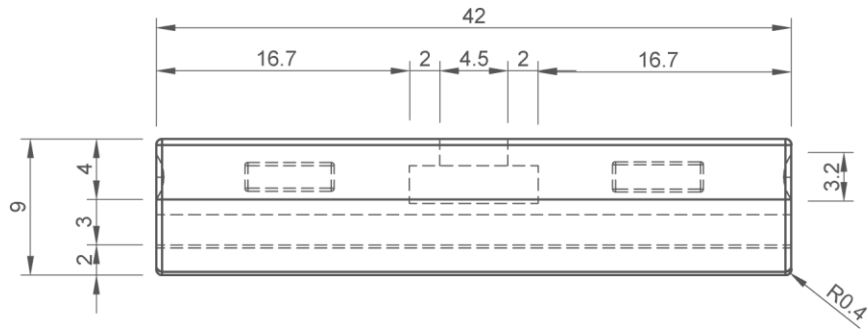
ASESOR: MÓNICA ANDRADE

UNIDAD DE MEDIDA:
MM

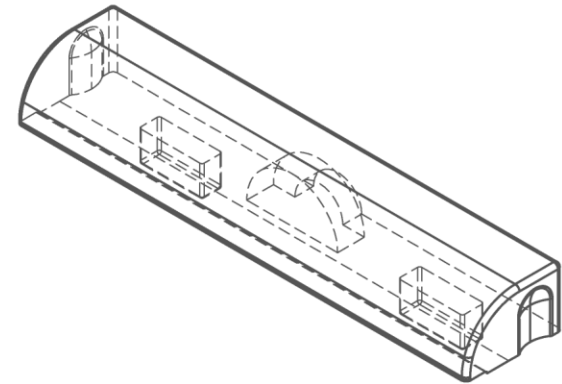
ESCALA:
2:1

PLANO:
12/13

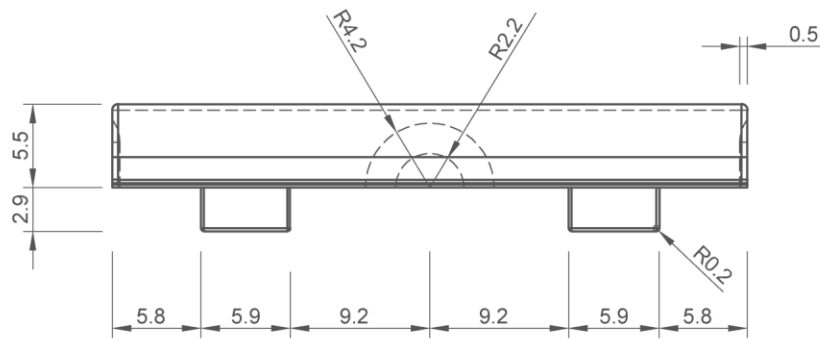
ITEM L - SUJETADOR 2:



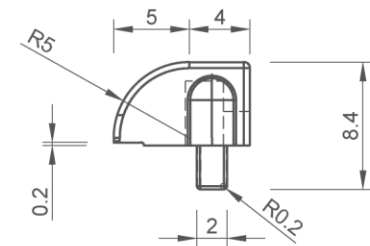
VISTA SUPERIOR



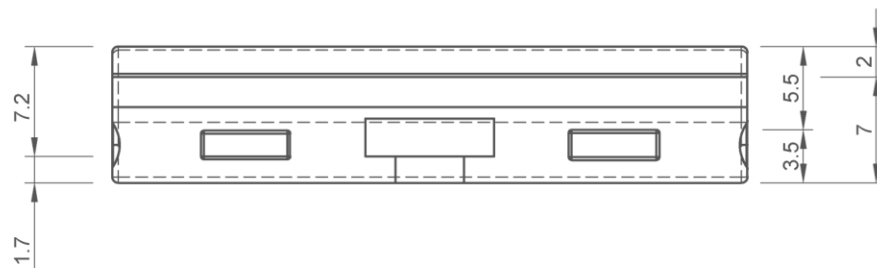
SUJETADOR 2
VISTA ISOMÉTRICA 30°/30°
ESC 2:1




VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



VISTA INFERIOR

	PLANOS POR PIEZA		
	BASE PARA TESTIGO MÉTRICO		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑADO POR: KENNETH ROUANET		
	ASESOR: MÓNICA ANDRADE		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 2:1	PLANO: 13/13

18. PROCESO DE PRODUCCIÓN SUGERIDO

El diseño elaborado puede abarcar diferentes tipos de fabricación: puede elaborarse por medio de servicios adquiridos por empresas que se dediquen a la elaboración de moldes, piezas plásticas y piezas metálicas; además, algunas empresas ofrecen el servicio de pintura y ensamblaje, lo cual crearía una variación de precios según las diferentes necesidades.

En este proyecto se visualiza un tipo de producción en masa, ya que es un producto que puede abarcar gran demanda a nivel internacional.

Se sugiere una producción industrial en la que se adquirieran los servicios por la elaboración de las piezas plásticas inyectadas y de la fundición de las piezas metálicas con sus respectivos moldes. Se agregaría una intervención manual en la que se aplicaría el ajuste de los tornillos, la pintura de las piezas plásticas y el ensamblado final (la aplicación manual puede variar dependiendo de los servicios adquiridos).

En la producción de piezas plásticas se plantea la adquisición de un molde en el que se pueda inyectar un juego de piezas de una unidad. El material inyectado sería plástico PP (polipropileno) color negro, ya que sus características, como su alta estabilidad dimensional, resistencia al desgaste y resistencia química, favorecen la aplicación a este tipo de producto elaborado.

En las piezas metálicas elaboradas se plantea, como en las piezas plásticas, una elaboración de molde, pero en este caso para la fundición de piezas de hierro o zinc. Ambos metales pueden ser viables por sus características y accesibilidad, pero en dado caso el zinc tiene mejores características anticorrosivas, aunque el proyecto se abalanzó al hierro por accesibilidad y fácil aplicación anticorrosiva del color negro mate.

Para concluir se realizaría la intervención manual donde se contratan empleados que se encarguen de ajustar los tornillos a la medida requerida, aplicarla pintura anticorrosiva en las piezas metálicas y ensamblar el producto por completo.



Ilustración 116. Simulación de piezas elaboradas en el proceso. Fuente: Elaboración propia.

19. COSTOS

Modelo de utilidad

El modelo de utilidad comprende cuál es el rol del diseñador en el proyecto, al mismo tiempo define su compromiso y sus beneficios. Para este proyecto elaborado, puede aplicarse como un trabajo realizado como asesor externo de alguna empresa, en el que los honorarios se consiguen por el proyecto proporcionado o por tiempo invertido.

También puede aplicarse con un rol de emprendedor, el cual coloca en mejor posición al diseñador, ya que el proyecto no se realiza por orden de un cliente, sino que se identifica una necesidad y se genera un producto que puede proporcionarse a diferentes clientes de manera internacional, como ministerios públicos, fiscalías, instituciones de aprendizaje del área de criminalística o a empresas que proporcionan productos forenses.

Tabla de costos

-Costo de moldes:

A continuación se presentan los costos aproximados por invertir para la realización de los moldes de inyección de plástico y de fundición de metal.

Nombre	Descripción	Costo
Molde 1 para plásticos	Molde para inyección de piezas plásticas para la estructura del producto (una cavidad).	Q15,285.00
Molde 2 para base metálica	Molde para fundición a presión para pieza base del producto	Q6,960.00
TOTAL		Q22,245.00

Ilustración 117. Costos de moldes. Fuente: Elaboración propia.

Se puede realizar un molde con mayor cantidad de cavidades para aumentar la productividad y disminuir el precio de la unidad creada, pero aumentaría el costo del molde.

-Costo de material y unidades:

A continuación se presentan los costos aproximados para llevar a cabo la creación de una unidad y la creación de un aproximado de 5,000 unidades que se tienen previstas en esta propuesta.

Nombre	Descripción	Costo por Unidad aplicada*	Costo de 5,000 Unidades
Juego de estructura plástica	Juego de piezas plásticas hechas por inyección de plástico PP (polipropileno) que conforman el funcionamiento del producto.	Q1.56	Q7,800.00
Base metálica	Base del producto hecha por medio de fundición a presión de hierro o zinc.	Q4.65	Q23,250.00
Pintura anticorrosiva	Pintura "ACE RUST STOP" (anticorrosiva) de color negro mate para aplicación de base metálica del producto.	Q0.33 (0.1oz)	Q1,650.00
Súper pegamento	Pegamento resistente capaz de pegar las piezas plásticas necesarias.	Q0.16 (0.1gr)	Q800.00
Juego de tornillos	Juego de 3 tornillos aplicados en el producto.	Q4.23	Q21,150.00
Juego de tuercas	Juego de 3 tuercas de seguridad aplicadas en el producto.	Q3.24	Q16,200.00
TOTAL		Q14.17	Q70,850.00

Ilustración 118. Costo de unidades. Fuente: Elaboración propia.

*Los precios aproximados de moldes y piezas fueron proporcionados por China Synergy Company y Protolabs.

El costo por unidad del juego de piezas plásticas se puede reducir dependiendo la cantidad de cavidades que proporciona el molde. Se representan las piezas necesarias con la aplicación de pintura y pegamento aproximada a un precio unitario total de Q14.01 para realizar una base de testigo métrico.

-Costo de mano de obra:

Para esta etapa se abarca la aplicación manual por parte personal que consistiría en la aplicación de pintura, adaptación de tornillos y ensamblado. Se plantea el costo por medio de un aproximado del salario mínimo por hora en Guatemala.

Mano de obra	Descripción	Tiempo: De 1 unidad	Tiempo: Total 5000 unidades	Salario por hora	Costo total
Pintado	Consta en aplicar la pintura anticorrosiva seleccionada a las bases metálicas del producto.	2 min.	167 horas	Q13.00	Q2,171.00
Adaptación de tornillos	Medición y corte de tornillos adaptándolo a la medida requerida para su aplicación en ensambles.	1 min.	84 horas	Q13.00	Q1,092.00
Ensamblado	Es la etapa más elaborada y completa que consta de la unión y el armado de todas las piezas proporcionadas, esto se refiere al pegado, colocación y atornillado de las piezas.	5 min.	417 horas	Q13.00	Q5,421.00
TOTAL					Q8,684.00

Ilustración 119. Costos mano de obra. Fuente: Elaboración propia.

Los tiempos realizados de una unidad en cada etapa son aproximados; pueden ser más breves o tener contratiempos. El total de horas por pagar para la elaboración de 5000 unidades es de 668, por el cual se plantea un aproximado del salario mínimo por hora de Q13.00. Estas etapas pueden ser realizadas al mismo tiempo y con cantidades variadas de personal contratado. Con la contratación de un mínimo de tres empleados puede lograrse una elaboración manual en un aproximado de 50 días o menos.

-Costo total:

A continuación se presenta la sumatoria de los costos de producción generales elaborados anteriormente y el total con la inclusión del IVA:

Descripción	Costo
Costo de moldes	Q22,245.00
Costo de 5000 unidades	Q70,850.00
Costo de mano de obra	Q8,684.00
COSTOS	Q101,779.00
IVA (12%)	Q 12,213.48
TOTAL	Q113,992.48

Ilustración 120. Costos generales. Fuente: Elaboración propia.

***Costo unitario de producción: Q22.80**

Con los resultados de costos, se puede elaborar y definir un precio de venta del producto que sea mucho mayor de los Q30.00. Según las encuestas realizadas, las cotizaciones y el análisis de productos existentes en el mercado, este proyecto puede generar ganancias al presentar un precio de venta entre Q200.00 a Q300.00 aproximadamente, pues no existe un producto similar en el mercado y puede ser adquirido de manera internacional.

◆ CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las ciencias forenses son un tema de gran importancia ya que se aplican todos los días y auxilian a las instituciones que tratan de combatir el crimen. En todo el mundo son indispensables las técnicas que abarca la criminalística, por lo que su mejoramiento siempre es implica un gran aporte.

La fotografía forense es un procedimiento que necesita mucha atención ya que la documentación de escenas de hechos delictivos permite recopilar y registrar información que luego tendrá valor probatorio. Esa documentación servirá para que los investigadores presenten pruebas o evidencias ante un juez.

El diseño industrial puede aplicarse en diferentes industrias y, en concreto, este proyecto se concentró en el área criminalística; esto demuestra, una vez más, la diversidad de áreas que puede abarcar el diseño industrial, así como su importancia y los beneficios que aporta a la sociedad. El diseño industrial aplicado a las necesidades de la criminalística no es una elaboración de soluciones al azar, sino un estudio analítico de las necesidades y de los factores clave con el propósito de realizar una conceptualización apta de una solución viable.

La elaboración de la base de testigo métrico para fotografía forense demuestra que su aplicación es válida e importante, ya que se logró disminuir el margen de error milimétrico que podría pasar desapercibido, pero que puede representar un alto riesgo en una imagen de este tipo; el producto diseñado puede, también, facilitar el trabajo y la aplicación del testigo métrico, por lo que presenta diversos beneficios indirectos para el técnico forense al brindarle la posibilidad de realizar un trabajo fluido y definido.

Al trabajar en el área de criminología o criminalística se recomienda tener acceso a personal calificado, así como mantener un contacto fluido con estas personas con el fin de tomar en cuenta sus opiniones. Las instituciones en que se imparten las técnicas forenses pueden ser una puerta a la información que se necesita y a las personas. Los estudiantes de estas disciplinas también pueden ayudar al brindar sus opiniones y puntos de vista.

Toda aplicación del diseño industrial, sin importar el área, incluyendo la criminalística, debe enfocarse en la importancia que tienen las dimensiones y los detalles milimétricos, pues estos pueden definir el rumbo correcto o incorrecto del resultado final.

VALIDACIÓN			UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR / DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO / KENNETH ROJANET	
	SI	NO	COMENTARIO / RESPUESTA / OBSERVACIÓN	
1. ¿Consideras esta herramienta útil para mejorar la calidad y exactitud?				
2. ¿Cuánto tiempo de vida útil consideras que tiene este producto?				
3. ¿Consideras los colores los más apropiados?				
4. ¿alcanzo mejor colocación del testigo para diferentes objetos fotografiados?				
5. ¿consideras fácil el uso de esta herramienta?				
6. ¿La herramienta fue estable?				
7. ¿Se acopla a los testigos métricos utilizados?				
8. ¿fue resistente durante su uso?				
9. ¿la herramienta cumplió su función al utilizarlo?				
10. ¿la Rotación para colocar en Angulo y de manera vertical fue eficaz?				
11. ¿existió alguna incomodidad o malestar al utilizarlo?				
12. ¿consideras ideal el tamaño de la herramienta?				
13. ¿fue fácil y cómodo de movilizar o transportar?				
14. ¿consideras que debería de implementarse esta herramienta en el equipo para la toma de fotografía?				
15. ¿Qué rango de precio considerarías para este producto? (en quetzales)				

Recomendaciones:

GUATEMALA 04 DE MAYO DE 2018

A QUIEN INTERESE
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

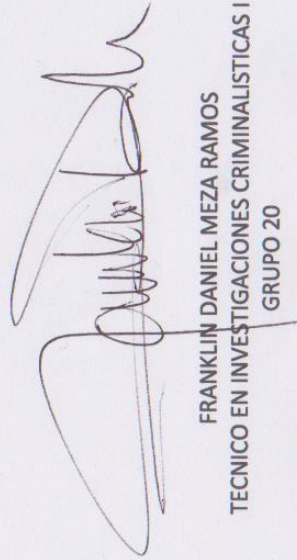
A TRAVÉS DE LA PRESENTE, RATIFICO EL HABER SIDO PARTE DEL EQUIPO NO.20 DE LA UNIDAD DE RECOLECCIÓN DE EVIDENCIAS, DE LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES CRIMINALÍSTICAS DEL MINISTERIO PÚBLICO, GRUPO QUE TUVO LA OPORTUNIDAD DE UTILIZAR Y PROBAR EL DISPOSITIVO O BASE PARA COLOCACIÓN DE TESTIGO MÉTRICO PARA FOTOGRAFÍA FORENSE EN LA ESCENA DEL CRIMEN, PROPUESTO POR KENNETH ANDRÉ ROJANET FIGUEROA; ESTUDIANTE QUE PERTENECE A SU PRESTIGIOSA UNIVERSIDAD.

LA SISTEMÁTICA UTILIZADA PARA LA PRUEBA DE DICHO EQUIPO, CONSISTIÓ; EN PRIMER LUGAR, EN SOLICITAR AUTORIZACIÓN DE PARTE DE LAS AUTORIDADES CORRESPONDIENTES PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y USO DEL DISPOSITIVO O BASE PARA COLOCACIÓN DE TESTIGO MÉTRICO PARA FOTOGRAFÍA FORENSE EN LA ESCENA DEL CRIMEN. COMO SEGUNDO PASO, FILMAR DIGITALMENTE EL MOMENTO EN QUE SE PROCEDIÓ A LA UTILIZACIÓN DEL DISPOSITIVO, EN ESCENAS REALES, EN UN TURNO DEDICADO A LA REALIZACIÓN DE APOYOS A DISTINTAS FISCALÍAS DEL MINISTERIO PÚBLICO, PARA VALIDAR O NO, LA PRACTICIDAD DEL MISMO, ASÍ COMO LO FAVORABLE QUE PUDIERA RESULTAR SU UTILIZACIÓN Y EL MEJORAMIENTO QUE PUDIERA APORTAR EN LA FIDELIDAD DE LA ESCALA MÉTRICA INMERSA EN LA IMAGEN FOTOGRAFIADA.

CONCLUYENDO: SE ENCUENTRAN MUCHAS CARACTERÍSTICAS EN PRO DEL NUEVO DISPOSITIVO O BASE PARA COLOCACIÓN DE TESTIGO MÉTRICO PARA FOTOGRAFÍA FORENSE EN LA ESCENA DEL CRIMEN; ALGUNAS DE LAS CUALIDADES QUE PRESENTA ESTE PROTOTIPO ES LA FACILITACIÓN DE MANTENER EL TESTIGO MÉTRICO EN EL LUGAR DESEADO MUY ESTABLEMENTE; PUEDE EVITAR QUE LAS INCREMENTENCIAS COMO EL VIENTO O LLUVIA ARRASTRE EL TESTIGO MÉTRICO EN ESCENAS ABIERTAS AL MOMENTO DE REALIZAR LA FOTOGRAFÍA DE DETALLE. LA FÁCIL MANIOBRABILIDAD DEL DISPOSITIVO POR SU TAMAÑO Y PESO FACILITA SU TRANSPORTACIÓN Y COLOCACIÓN EN CUALQUIER SUPERFICIE; POR SU BRAZO EXTENSIBLE Y ARTICULADO, SE PUEDE ACERCAR EL TESTIGO MÉTRICO AL INDICIO, SIN COLOCAR EL TESTIGO EN EL SUELO, QUE PODRÍA ESTAR CONTAMINADO CON SANGRE U OTROS FLUIDOS; UNA DE SUS SOBRESALIENTES CUALIDADES Y AL PARECER LA MÁS IMPORTANTE ES LA FÁCIL ELEVACIÓN DEL TESTIGO MÉTRICO A LA ALTURA DE LA CARA SUPERIOR DEL INDICIO, AL MOMENTO DE CAPTURARLO EN FOTOGRAFÍAS DE ÁNGULO RECTO (90°), SOMETIENDO AMBOS ELEMENTOS AL MISMO PLANO FOTOGRAFIADO, DANDO FIDELIDAD A LA POSTERIOR LECTURA DE LA ESCALA MÉTRICA EN LA FOTOGRAFÍA FORENSE. SE PUEDE COLOCAR EL TESTIGO MÉTRICO EN POSICIÓN HORIZONTAL O VERTICAL SIN MAYOR ESFUERZO. EL COLOR EN EL DISPOSITIVO POR SER OSCURO ABSORBE LA LUZ Y AUNQUE LA BASE NO DEBE APARECER EN LAS FOTOGRAFÍAS DE DETALLE, EVITA QUE ESTE RESALTE, AL RECIBIR DESTELLOS DEL FLASH DE LA CÁMARA SI EN DADO CASO PARTE DEL PROTOTIPO SALIERA EN LA FOTOGRAFÍA.

ESTO ES UN INDICADOR DE LO ÚTIL QUE SERÍA PARA NOSOTROS CONTAR CON UN EQUIPO DE ESTE TIPO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TÉCNICA FOTOGRAFICA EN LA ESCENA DEL CRIMEN.

DEFERENTEMENTE.



FRANKLIN DANIEL MEZA RAMOS
TECNICO EN INVESTIGACIONES CRIMINALÍSTICAS I
GRUPO 20

◆ BIBLIOGRAFÍA

Fuentes bibliográficas:

1. Arrowhead Forensics. (s.f.). *Arrowhead Forensics*. Obtenido de <http://bit.ly/2LcQg1c>
2. Calderón, J. A. (1993). *Manual de Criminalística*.
3. China Synergy Group. (s.f.). *China Synergy Group*. Obtenido de <http://bit.ly/2lXxiy>
4. Cigarroa, R. V. (s.f.). *Psicología y Mente*. Obtenido de Criminología: la ciencia que estudia delitos y crímenes: <http://bit.ly/2xtBUYk>
5. Creative Skillset. (s.f.). *Forensic Photographer*. Obtenido de Creative Skillset: <http://bit.ly/2LKlFt0>
6. Crimi Plus. (17 de Noviembre de 2017). *Equipo/Kit Básico de fotografía forense*. Obtenido de Crimi Plus: <http://bit.ly/2sp7pOr>
7. Definición ABC. (3 de Febrero de 210). *Criminalística*. Obtenido de Definición ABC: <http://bit.ly/2J6v0d2>
8. *Derecho Venezolano*. (27 de Julio de 2015). Obtenido de La Investigación Criminal: <http://bit.ly/2Jkdf3C>
9. ESERP Business School Law School. (s.f.). *Diferencia entre Criminología y Criminalística: ¿Qué es Qué?* Obtenido de ESERP: <http://bit.ly/2kGmsz8>
10. *Fundación Libertad y Desarrollo*. (Abril de 2016). Obtenido de Inseguridad y Violencia en Guatemala: <http://bit.ly/2skLMyU>
11. Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala. (s.f.). *INACIF Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala*. Obtenido de <http://bit.ly/2J0DTZI>
12. McDonnell, O. (13 de Diciembre de 2017). *Photographing Impression Evidence*. Obtenido de Forensic Magazine: <http://bit.ly/2Jk8h0s>
13. *Método Básico de trabajo en el Lugar del Hecho*. (2006). Obtenido de Corte Interamericana de Derechos Humanos: <http://bit.ly/2swW7qJ>
14. Mimenza, O. C. (s.f.). *Psicología y Mente*. Obtenido de ¿Cuál es la diferencia entre Indicio, Prueba y Evidencia?: <http://bit.ly/2kFMxhG>
15. Ministerio Público de Guatemala. (s.f.). *Guía Práctica del Investigador Criminalista*.
16. Mistral Inc. (s.f.). *Mistral Security*. Obtenido de <http://bit.ly/2H8l9AC>
17. Pinedo, R. N. (s.f.). *La Escena del Crimen*. Obtenido de Ministerio Público - Fiscalía de la Nación - Perú: <http://bit.ly/2xx91uC>
18. Polo, I. U. (25 de Septiembre de 2009). *Colores: los sistemas de color en productos*. Obtenido de DI-Conexiones: <http://bit.ly/2kGoWxs>
19. Proto Labs. (s.f.). *Proto Labs*. Obtenido de <http://bit.ly/2J96wA5>
20. *Psicología y Mente*. (s.f.). Obtenido de Criminología: La Ciencia que Estudia Delitos y Crímenes: <http://bit.ly/2xtBUYk>
21. Rodriuez, L. (12 de Septiembre de 2016). *Guatemala*. Obtenido de ¿Qué es un Investigador Criminal y Forense?: <http://bit.ly/2kE0Va4>
22. Sanmorán, C. (27 de Septiembre de 2017). *Fotografía forense: ¿Qué es y cómo se hace?* Obtenido de Xataka Foto: <http://bit.ly/2LQ7frp>
23. Sosa, J. M. (1984). *Criminalística*.
24. Sosa, J. M. (1991). *Manual de Criminalística*.
25. Truyol, D. (8 de Septiembre de 2014). *Fotografía Forense*. Obtenido de <http://bit.ly/2J4reF1>
26. Valverde, A. A. (13 de 01 de 2009). *Criminalística: Parte General*. Obtenido de Mailxmail: <http://bit.ly/2xCE9ZM>
27. *WikiGuate*. (15 de Marzo de 2016). Obtenido de <http://bit.ly/2J1zUw5>
28. Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia La enciclopedia libre*. Obtenido de Criminalística: <http://bit.ly/2L7LToj>
29. Workshop. (s.f.). *Fotografía Forense, La Nueva Tendencia*. Obtenido de Work Shop Experience: <http://bit.ly/2J97vjp>

Ilustraciones:

Ilustración 1. Violencia en Guatemala. Fuente: Elaboración propia..... 2

Ilustración 2. Criminología. Fuente: Elaboración propia..... 3

Ilustración 3. Definición de Criminalística por Montiel Sosa, 1984. Fuente: Elaboración propia..... 4

Ilustración 4. Criminalística. Fuente: Elaboración propia..... 4

Ilustración 5. Investigación Criminalística. Fuente: Elaboración propia..... 5

Ilustración 6. Escena del Crimen. Fuente: Elaboración propia..... 6

Ilustración 7. Tipos de Evidencias, Indicios y Pruebas. Fuente: Elaboración propia..... 7

Ilustración 8. Fotógrafo forense en escena del crimen. Fuente: <http://bit.ly/2LMOrJH> 8

Ilustración 9. Características de la Fotografía Forense. Fuente: Elaboración propia..... 8

Ilustración 10. Características de Fotografía de primer plano. Fuente: Elaboración propia..... 9

Ilustración 11. Detalle de Evidencia. Fuente: <http://bit.ly/2kGpeEy>..... 9

Ilustración 12. Fotógrafos Forenses. Fuente: Elaboración propia..... 10

Ilustración 13. Fotógrafo forense. Fuente: <http://bit.ly/2IzsUiZ> 11

Ilustración 14. Equipo del fotógrafo forense. Fuente: Elaboración propia..... 11

Ilustración 15. Característica del testigo métrico. Fuente: Elaboración propia..... 12

Ilustración 16. Varios testigos métricos. Fuente: <http://bit.ly/2LcnEFC>..... 12

Ilustración 17. Colocación tradicional de testigo métrico 1. Fuente: <http://bit.ly/2J5fKNH>..... 13

Ilustración 18. Colocación tradicional de testigo métrico 2. Fuente: <http://bit.ly/2HajBaa> 13

Ilustración 19. Descripción del método tradicional. Fuente: Elaboración propia..... 13

Ilustración 20. Método de colocación de testigo métrico restablecido por NFSTC. Fuente: Elaboración propia..... 14

Ilustración 21. Sede del Ministerio Público de Guatemala. Fuente: <http://bit.ly/2kCBaXF> 15

Ilustración 22. Presupuesto del MP. Fuente: Elaboración propia..... 15

Ilustración 23. Edificio Regional del Ministerio Público de Honduras. Fuente: <http://bit.ly/2Lbr1g5>..... 16

Ilustración 24. Procuraduría General de la República de México. Fuente: <http://bit.ly/2LaVSZT> 16

Ilustración 25. Niveles Socioeconómicos. Fuente: Elaboración propia..... 17

Ilustración 26. Fotógrafo forense del MP en la escena. Fuente: <http://bit.ly/2HakfV8> 17

Ilustración 27. Pasos generales de un técnico forense en Guatemala. Fuente: Elaboración propia..... 18

Ilustración 28. Investigadores tomando muestras. Fuente: <http://bit.ly/2siqqCb> 19

Ilustración 29. Fotógrafo del MP captando evidencias. Fuente: Propia..... 20

Ilustración 30. Aplicación de testigos métricos en evidencia. Fuente: Propia. 20

Ilustración 31. Análisis de Colocación Actual (parte 1). Fuente: Elaboración propia..... 21

Ilustración 32. Análisis de colocación actual (parte 2). Fuente: Elaboración propia..... 22

Ilustración 33. Análisis de colocación restablecido (parte 1). Fuente: Elaboración propia..... 23

Ilustración 34. Análisis de Colocación Restablecido (parte 2). Fuente: Elaboración propia..... 24

Ilustración 35. Análisis de colocaciones extras (parte 1). Fuente: Elaboración propia..... 25

Ilustración 36. Análisis de colocaciones extras (parte 2). Fuente: Elaboración propia..... 26

Ilustración 37. Colocación tradicional en evidencias. Fuente: Propia..... 27

Ilustración 38. Plastilina debajo del testigo métrico. Fuente: Propia. 28

Ilustración 39. Análisis de alternativas existentes 1. Fuente: Elaboración propia..... 29

Ilustración 40. Análisis de alternativas existentes 2. Fuente: Elaboración propia..... 30

Ilustración 41. Análisis de alternativas existentes 3. Fuente: Elaboración propia..... 31

Ilustración 42. Análisis de alternativas existentes 4. Fuente: Elaboración propia..... 32

Ilustración 43. Análisis de alternativas existentes 5. Fuente: Elaboración propia..... 33

Ilustración 44. Aerosol para huellas. Fuente: <http://bit.ly/2H8I9AC>..... 34

Ilustración 45. Interacción humana con utensilio. Fuente: Elaboración propia..... 35

Ilustración 46. Ejemplos de función. Fuente: Elaboración propia..... 35

Ilustración 47. Medidas promedio de mano. Fuente: Elaboración propia..... 36

Ilustración 48. Color y material de productos. Fuente: Elaboración propia..... 36

Ilustración 49. Puntos en contra del problema. Fuente: Elaboración propia... 37

Ilustración 50. Testigo métrico sostenido manualmente. Fuente: Elaboración propia..... 38

Ilustración 51. Elaboración de formas. Fuente: Propia..... 40

Ilustración 52. Moodboard de Inspiración. Fuente: Elaboración propia. 41

Ilustración 53. Primera etapa de bocetaje a mano (parte 1). Fuente: Elaboración propia..... 42

Ilustración 54. Primera etapa de bocetaje a mano (parte 2). Fuente: Elaboración propia..... 43

Ilustración 55. Primera etapa de bocetaje a mano (parte 3). Fuente: Elaboración propia..... 44

Ilustración 56. Primera etapa de bocetaje a mano (parte 4). Fuente: Elaboración propia.....	45	Ilustración 86. Modelo de solución 9. Fuente: Elaboración propia.	74
Ilustración 57. Primera evolución de bocetaje digital. Fuente: Elaboración propia.....	46	Ilustración 87. Modelo de solución 10. Fuente: Elaboración propia.	75
Ilustración 58. Mecanismos seleccionados 1. Fuente: Elaboración propia.....	47	Ilustración 88. Modelo de solución 11. Fuente: Elaboración propia.	76
Ilustración 59. Formas seleccionadas 1. Fuente: Elaboración propia.....	47	Ilustración 89. Modelo de solución 12. Fuente: Elaboración propia.	77
Ilustración 60. Compatibilidad de mecanismos con forma. Fuente: Elaboración propia.....	48	Ilustración 90. Modelo de solución 13. Fuente: Elaboración propia.	78
Ilustración 61. Evaluación general de mecanismos seleccionados. Fuente: Elaboración propia.....	49	Ilustración 91. Modelo de solución 14. Fuente: Elaboración propia.	79
Ilustración 62. Evaluación general de formas seleccionadas. Fuente: Elaboración propia.....	50	Ilustración 92. Modelo de solución 10. Fuente: Elaboración propia.	80
Ilustración 63. Evaluación específica de propuestas aprobadas. Fuente: Elaboración propia.....	51	Ilustración 93. Modelo de solución 11. Fuente: Elaboración propia.	81
Ilustración 64. Evaluación PIN de propuestas aprobadas. Fuente: Elaboración propia.....	52	Ilustración 94. Modelo de solución 12. Fuente: Elaboración propia.	82
Ilustración 65. Fusión de mejores propuestas. Fuente: Elaboración propia.....	53	Ilustración 95. Modelo de solución 13. Fuente: Elaboración propia.	83
Ilustración 66. Evaluación específica de propuestas finales. Fuente: Elaboración propia.....	54	Ilustración 96. Modelo de solución 14. Fuente: Elaboración propia.	84
Ilustración 67. Evaluación PIN de propuestas finales. Fuente: Elaboración propia.....	55	Ilustración 97. Modelo de solución 15. Fuente: Elaboración propia.	85
Ilustración 68. Boceto de propuesta final seleccionada. Fuente: Elaboración propia.....	56	Ilustración 98. Modelo de solución 16. Fuente: Elaboración propia.	86
Ilustración 69. Modelos de forma y proporción. Fuente: Elaboración propia.....	57	Ilustración 99. Modelo de solución 17. Fuente: Elaboración propia.	87
Ilustración 70. Modelos de forma y función 1. Fuente: Elaboración propia.....	58	Ilustración 100. Manual general de uso. Fuente: Elaboración propia.	88
Ilustración 71. Modelo de forma y función de propuesta final. Fuente: Elaboración propia.....	59	Ilustración 101. Modelo de solución con fondo blanco. Fuente: Elaboración propia.....	89
Ilustración 72. Primeros modelos 3D de propuesta final. Fuente: Elaboración propia.....	60	Ilustración 102. Validación en requerimientos 1. Fuente: Elaboración propia.	90
Ilustración 73. Primer prototipo en impresión 3D. Fuente: Elaboración propia.....	61	Ilustración 103. Validación en requerimientos 2. Fuente: Elaboración propia.	91
Ilustración 74. Pruebas de función de prototipo. Fuente: Elaboración propia.....	62	Ilustración 104. Modelo de solución con fondo blanco 2. Fuente: Elaboración propia.....	92
Ilustración 75. Pruebas de interacción de propuesta. Fuente: Elaboración propia.....	63	Ilustración 105. Validación 1. Fuente: Elaboración propia.	93
Ilustración 76. Validación de resultados con propuesta final. Fuente: Elaboración propia.....	64	Ilustración 106. Validación 2. Fuente: Elaboración propia.	94
Ilustración 77. Validación con base en la experiencia estudiantil. Fuente: Elaboración propia.....	65	Ilustración 107. Validación 3. Fuente: Elaboración propia.	95
Ilustración 78. Modelo de solución 1. Fuente: Elaboración propia.	66	Ilustración 108. Validación 4. Fuente: Elaboración propia.	96
Ilustración 79. Modelo de solución 2. Fuente: Elaboración propia.	67	Ilustración 109. Validación 5. Fuente: Elaboración propia.	97
Ilustración 80. Modelo de solución 3. Fuente: Elaboración propia.	68	Ilustración 110. Validación 6. Fuente: Elaboración propia.	98
Ilustración 81. Modelo de solución 4. Fuente: Elaboración propia.	69	Ilustración 111. Validación 7. Fuente: Elaboración propia.	99
Ilustración 82. Modelo de solución 5. Fuente: Elaboración propia.	70	Ilustración 112. Validación 8. Fuente: Elaboración propia.	100
Ilustración 83. Modelo de solución 6. Fuente: Elaboración propia.	71	Ilustración 113. Validación 9. Fuente: Elaboración propia.	101
Ilustración 84. Modelo de solución 7. Fuente: Elaboración propia.	72	Ilustración 114. Validación 10. Fuente: Elaboración propia.	102
Ilustración 85. Modelo de solución 8. Fuente: Elaboración propia.	73	Ilustración 115. Modelo de solución con fondo blanco 3. Fuente: Elaboración propia.....	103
		Ilustración 116. Simulación de piezas elaboradas en el proceso. Fuente: Elaboración propia.....	118
		Ilustración 117. Costos de moldes. Fuente: Elaboración propia.....	119
		Ilustración 118. Costo de unidades. Fuente: Elaboración propia.....	119
		Ilustración 119. Costos mano de obra. Fuente: Elaboración propia.....	120
		Ilustración 120. Costos generales. Fuente: Elaboración propia.	120