

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

"Diseño de herramientas para mejorar el calado de plata en la fabricación de joyas artesanales."

PROYECTO DE GRADO

KARLA SOFÍA BEBER REYES
CARNET 10849-14

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, AGOSTO DE 2018
CAMPUS CENTRAL

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

"Diseño de herramientas para mejorar el calado de plata en la fabricación de joyas artesanales."

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR
KARLA SOFÍA BEBER REYES

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE DISEÑADORA INDUSTRIAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

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. KENIA GUISELA HERNÁNDEZ VEGA DE VILLAGRÁN

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. ASTRID ROCIO MENDOZA VALLADARES

LIC. CARLOS AUGUSTO ARMAS DE LA ROCA

LIC. MONICA PATRICIA ANDRADE RECINOS



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición 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, 29 de junio de 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 **“DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL CALADO DE PLATA EN LA FABRICACIÓN DE JOYAS ARTESANALES.”**, elaborado por la estudiante **Karla Sofía Beber Reyes**. Con número de carnet 1084914, ha sido concluido satisfactoriamente y puede ser considerado para la **PRESENTACION DEL PROYECTO DE DISEÑO**.

Atentamente,

**Lic. D.I. Kenia Hernández
Asesora**



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado de la estudiante KARLA SOFÍA BEBER REYES, Carnet 10849-14 en la carrera LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 03107-2018 de fecha 10 de agosto de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

"Diseño de herramientas para mejorar el calado de plata en la fabricación de joyas artesanales."

Previo a conferírsele el título de DISEÑADORA INDUSTRIAL en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 10 días del mes de agosto del año 2018.



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

Índice

1. Antecedentes

1.1 Producción artesanal.....	2
1.2 Micro y medianas empresas (MIPYMES)	3
1.3 Joyería guatemalteca.....	4
1.4 Plata.....	5
1.5 Riesgos de salud en joyería	12
1.6 Ergonomía de la mano	14
1.7 Actores involucrados	15
1.8 Análisis de soluciones existentes.....	18
1.9 Descripción de la necesidad.....	25

2. Planteamiento del problema.....

3. Marco lógico del proyecto.....

4. Requerimientos y parámetros.....

5. Conceptualización.....

5.1 Teoría del diseño	29
5.2 Conceptos de diseño.....	30
5.3 Información técnica para el proyecto	30
5.4 Analogía formal.....	31
5.5 Proceso de conceptualización	32
5.6 Primera propuesta	32
5.7 Primera evolución.....	34
5.8 Segunda evolución.....	38
5.9 Evolución de la propuesta final.....	43

6. Materialización.....

6.1 Descripción verbal del modelo de solución.....	47
6.2 Descripción gráfica del modelo de solución.....	48
6.3 Descripción de elementos formales	49
6.4 Secuencia de uso	51
6.5 Proceso de producción.....	52

7. Validación.....

8. Planos técnicos.....

9. Costos.....

10. Conclusiones y recomendaciones.....

11. Referencias bibliográficas.....

12. Anexos.....

Resumen ejecutivo

El gremio artesanal guatemalteco, en la actualidad, se destaca por la tradición, cultura y técnicas que han respetado por muchos años atrás, con el motivo de inculcar sus conocimientos a las futuras generaciones de artesanos. Tal es el caso en la producción de joyas artesanales de plata, cuyos métodos mezclan la tradición indígena y la española, y se aprovecha gran variedad de materiales preciosos para la fabricación de joyas.

Al realizar un análisis sobre los procesos que conlleva esta artesanía, se determina la necesidad de enfatizar en el proceso de calado de plata, ya que presenta riesgos de salud laboral la ejecución de dicha técnica, generando que el artesano se mantenga expuesto a padecer ciertas molestias en la ejecución de este proceso.

Sin embargo, por medio del Diseño Industrial, se desarrolla este proyecto con el fin de ayudar a los artesanos a no padecer de molestias al momento de calar plata. El proceso para ejecutar este proyecto se detalla a continuación.

1. Antecedentes

Guatemala cuenta con gran variedad de artesanías que representa la historia y tradición de sus pueblos a través del tiempo, las cuales son expresiones artísticas y culturales que llegan a identificar a cada pueblo. Abarca obras y trabajos elaborados en forma manual, algunas con la utilización de herramientas básicas, con el fin de comercializar productos representativos de su comunidad o región.

Se introdujeron técnicas europeas por los españoles y se incorporaron a los métodos tradicionales que los artesanos solían utilizar, pero sin perder la característica y los conocimientos originales por el cual se destacan. Existe una gran cantidad de artículos que persisten durante el tiempo como los trajes, la cerámica, piezas en madera, joyería en plata y jade, entre otras.

La artesanía guatemalteca se caracteriza por su tradición y técnicas que utilizan creando abundantes productos que se consideran como arte para los diferentes pueblos. Existen cuatro tipos de artesanía en Guatemala:

1. Artesanía popular: obra manual que va transmitiendo conocimientos de generación en generación. Se divide en:

- Artesanías tradicionales: conservan tradiciones ancestrales y se destaca por la localidad productora.
- Artesanía Contemporánea o neoartesanías: son nuevas tradiciones que se conservan en diseños.

2. Artesanía artística: expresa sentimiento estético.

3. Artesanía utilitaria: es la producción de artículos a mano por el artesano similar a la industrial.

4. Artesanía de servicio: es la que se dedica en llenar una necesidad sin presentar un artículo material.

La producción artesanal se caracteriza por: ser "industrias familiares", son talleres pequeños integrados por miembros de la familia, cuya producción apoya de manera escasa a la economía familiar, el cual es uno de los factores que les impide progresar y no les permite la adquisición de equipos adecuados, por lo que se mantiene de generación en generación.

■ 1.1 Producción artesanal

De acuerdo al artículo de Prensa Libre por Palala, ASOPYME (21 de agosto de 2016), los productos artesanales guatemaltecos tienen demanda en el ámbito internacional:

Lo más solicitado:

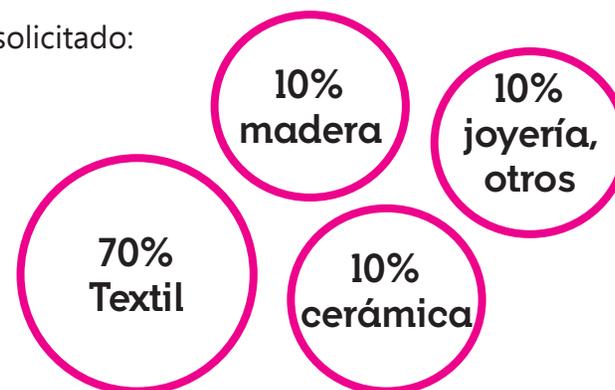


Figura 1. Lo más solicitado de artesanía. 2016
Por Prensa Libre

Principales destinos:

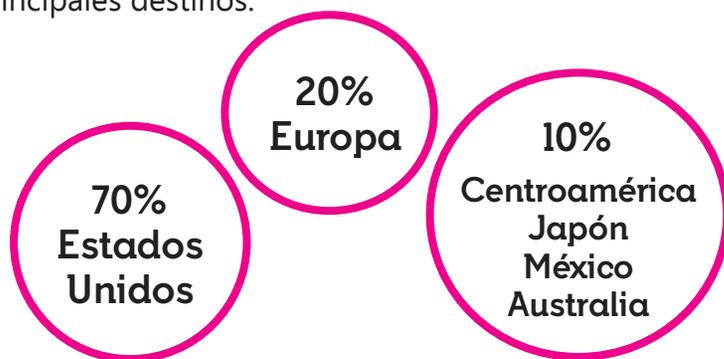


Figura 2. Principales destinos, 2016
Por Prensa Libre

■ 1.2 Micro y medianas empresas (MIPYMES)

La artesanía guatemalteca genera nuevos ingresos para la supervivencia familiar, los artesanos conforman micro o pequeñas y medianas empresas dentro el sector informal de Guatemala, la actividad artesanal mantiene aproximadamente un millón de empleos por lo que es la más importante para la generación de ingresos en nivel socioeconómico bajo y medio.

Según el Ministerio de Economía Guatemala (MINECO), el sector de la micro, pequeña y medianas empresas (MIPYMES) conforma la principal fuente de empleo en el país, ocupando el 90% de la Población Económicamente Activa, MINECO. (2015). Memoria de actividades (Página 17). La clasificación de una MIPYME resulta difícil debido a la diversidad de las empresas pero lo más común es analizar el número de empleados y las ventas anuales que la empresa mantiene.

Criterio	Micro	Pequeña	Mediana
No. De empleados según MINECO	1 a 10	11 a 25	26 a 60

Tabla 1. Clasificación de una MIPYME, Recuperado de (MINECO)

Tamaño de la empresa	Número de Empleados	Ventas Anuales
MICRO	1 a 10	1 – 190
PEQUEÑA	11 – 80	191 – 3,700
MEDIANA	81 – 200	3,701 – 15,450

Tabla 2. Ventas y empleados, Recuperado de (MINECO)

El sector de las microempresas y las pequeñas empresas sustentan las actividades de producción y comercio a pequeña escala, aportando el 55% del Producto Interno Bruto (PIB). Lamentablemente las MIPYMES mantienen bajos niveles de productividad y capacidad para competir con empresas más desarrolladas debido a que tienen mejor tecnología, aumento en ciertos estándares, innovación, financiamiento e insumos y por ello se vuelven menos productivas.

■ 1.3 Joyería Guatemalteca

Ha significado desde tiempos remotos un estilo de trabajo para el ser humano, genera pertenencia y un papel importante para la sociedad. Se han utilizado variedad de materiales para fabricar piezas únicas como el jade, concha, obsidiana, barro, plumas, oro, plata, entre otros, estos fueron utilizados con el fin de destacar el papel de la nobleza.

En Guatemala, la producción de plata se elabora en trece departamentos. La Antigua Guatemala es el único lugar que combina este material junto al jade. En la siguiente imagen se muestra los sectores en donde se utiliza la plata para fabricar joyería.

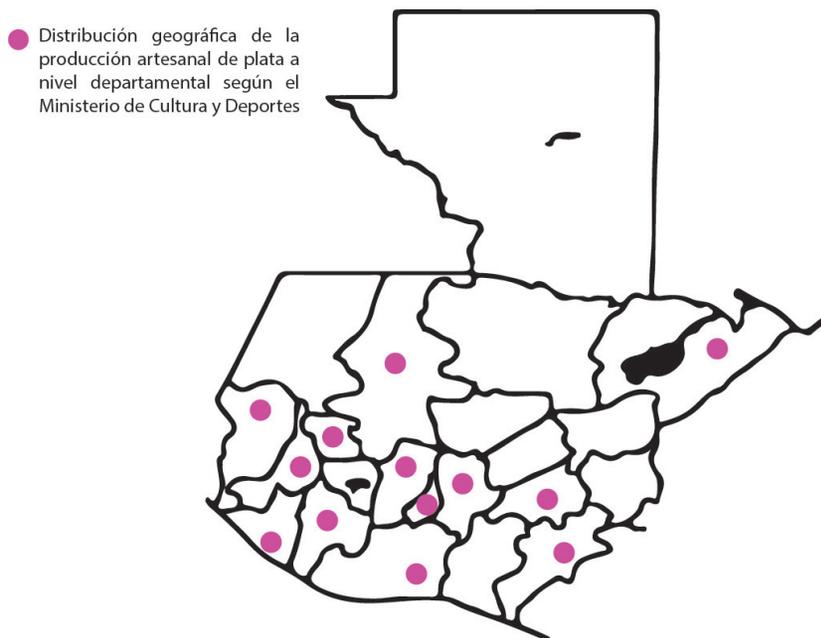


Imagen 1. Mapa sobre producción artesanal de plata. Elaboración propia.

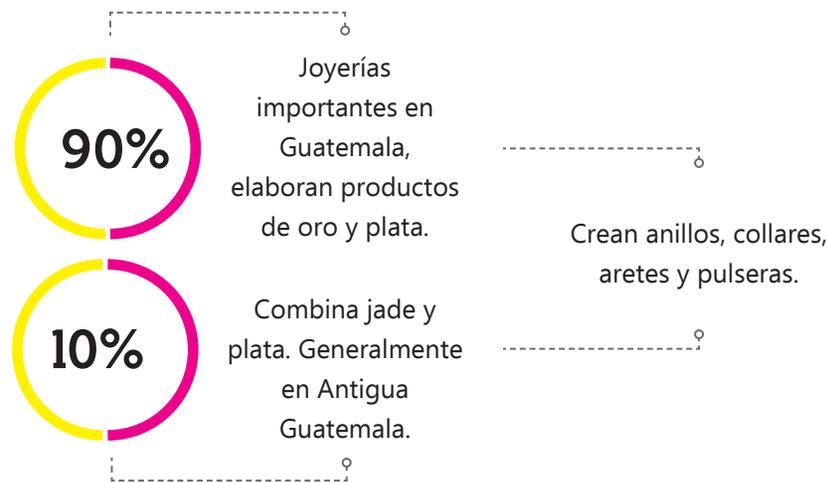


Figura 3. Elaboración propia.

Por otro lado, los talleres informales, normalmente llamados artesanos, fabrican piezas para vender a empresas de prestigio y se dedican a exportar por medio de instituciones privadas sin fines de lucro como la Asociación Guatemalteca de Exportadores, (AGEXPORT) en donde tienen la oportunidad de dar a conocer sus productos y así contribuir al desarrollo sostenible de Guatemala, generando empleo y crecimiento económico para los artesanos.



Imagen 2. Logotipo de Agexport, Recuperado de: www.export.com.gt

Existen muchos pueblos que producen platería artesanal, uno de ellos es la Antigua Guatemala, que cuenta con gran cantidad de artesanías guatemaltecas con diferentes elementos y técnicas. Gracias a los mercados de artesanías, los artesanos tienen la oportunidad de exhibir sus productos, sobre todo la platería, de la que venden una gran variedad de aretes, brazaletes, collares y anillos de calidad. La Antigua Guatemala es considerada como una referencia turística internacional, cultural e histórica, lo que es una ventaja para los artesanos ya que sus productos pueden darse a conocer alrededor del mundo.

■ 1.4 Plata

En Guatemala la plata ocupa el primer lugar en producción minera y es considerado como uno de los metales con mayor explotación y por ser un metal precioso tiene un costo elevado en comparación a otros metales. Los artesanos guatemaltecos, obtienen esta materia prima desde México con un valor de Q200 la onza.



Imagen 3. Moneda de plata. Fuente propia.

Cada gramo se aprovecha al reutilizar los sobrantes que quedan luego del corte y el trabajo del artesano.

La plata generalmente posee distintos grados de pureza dependiendo el uso que se le quiera dar y las diferentes características para su comercialización. Para la fabricación de joyería se utiliza la plata pura y la plata esterlina, debido a su gran resistencia, dureza y pureza de ambas.

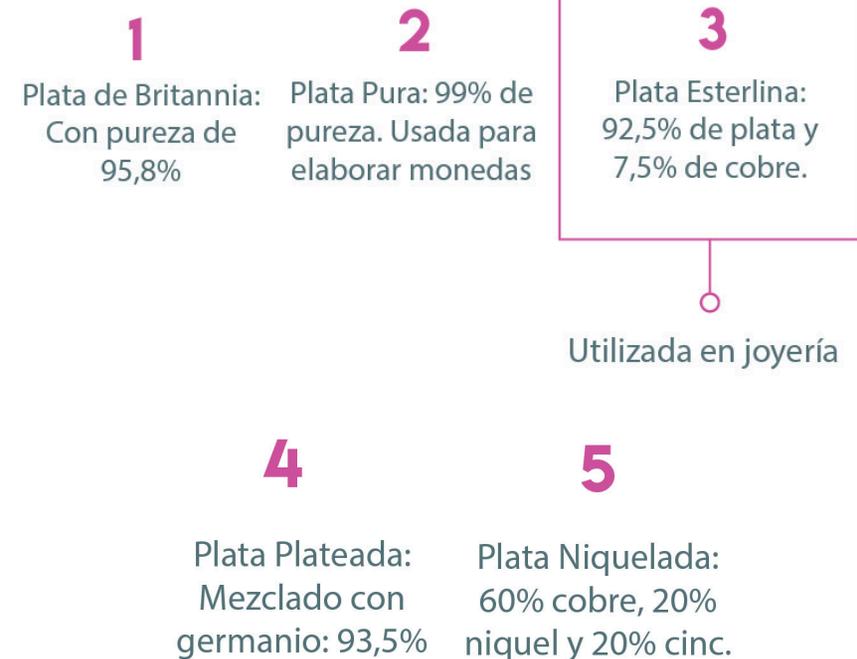


Imagen 4. Tipos de Plata. Fuente propia.

1.4.1 Técnicas de Plata

Filigrana

Es un proceso elaborado a mano, siendo su primer paso la fundición del metal. para luego darle una forma delgada por medio de máquinas que ayudan a fabricar los filamentos con el grosor adecuado. Con la técnica de filigrana se elaboran diseños y dibujos similares al encaje. Consiste en unir los hilos de plata hasta formar la pieza final.



Imagen 5. N, Aretes en filigrana Recuperado de: www.pachacutecjoyasartesanales.wordpress.com

Calado

La joyería tuvo como uso principal utilizar las monedas, con el fin de calarlas y vaciar el fondo para resaltar los motivos representativos en ellas. Los primeros ejemplos se dan en el siglo XX y su mayor uso fue en medallones y dijes. El procedimiento consiste en extraer partes de la plata pegando el diseño de papel a la lámina de plata, con el fin de obtener una réplica.



Imagen 6. Dije de Quetzal calado. Elaboración propia.

1.4.2 Proceso de plata artesanal

Hoy en día los artesanos guatemaltecos que trabajan plata, todavía realizan el proceso manual, brindándole a la pieza valor, detalle e historia. Trabajan con técnicas que han aprendido en generaciones anteriores y sus métodos suelen demorar más que la producción industrial. A continuación se muestra el proceso que se necesita para obtener una pieza de plata, tomando en cuenta que cada diseño puede tardar diferentes tiempos de producción. En este caso se elaboró un dije en forma de corazón para conocer el tiempo que tarda en producirse. (ver imagen 7 y 14).

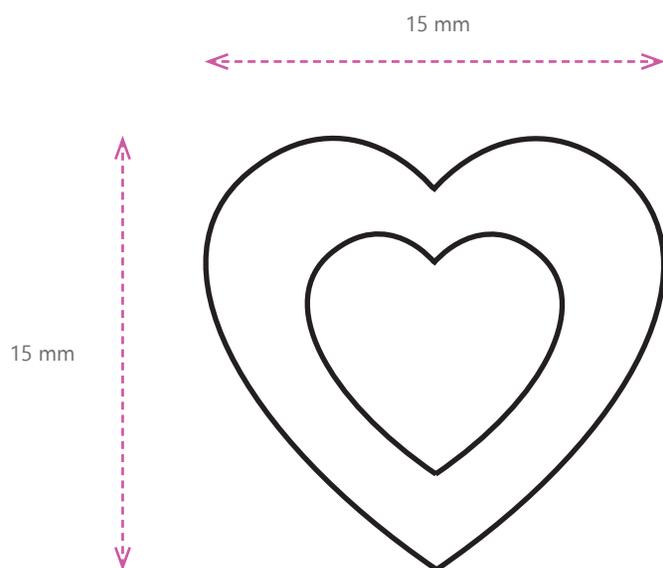


Imagen 7. Dibujo de dije para calar. Elaboración propia.

1 Fundición

Se funde la moneda de plata a 950°C en el crisol (ver imagen 8), el cual está elaborado de barro con el fin de soportar el calor. La plata ya fundida se traslada a un molde denominado lingotera que contiene aceite para enfriar y formar una lámina de plata.

Tiempo de procedimiento de fundición:
2 minutos aproximadamente



Imagen 8. Fundición de plata. Elaboración propia.

2 Laminado

Para obtener variedad de perfiles se debe utilizar una herramienta para laminar la plata, la cual consiste en ir cerrando la manivela superior y reducir así el espesor mientras es arrastrada por la rotación de los rodillos, adelgazándola al grosor que se requiere. (ver imagen 9).

Tiempo de procedimiento de laminado:
4 minutos aproximadamente



Imagen 9. Laminado de plata. Elaboración propia.

3 Calado

Calar consiste en cortar y eliminar una pequeña parte del interior de la pieza de plata. El artesano cuenta con herramientas como la sierra o segueta de joyero compuesta por dos elementos: un arco de acero ajustable y las hojas de sierra que se colocan en los extremos del arco. Con una broca se elabora un agujero para luego introducir la hoja de sierra, esto con el fin de calar el dibujo deseado. Estas hojas de sierra son las que permiten los cortes y se encuentran en diferentes tamaños según el grosor del material con el que se está trabajando.



Imagen 10. Calado de plata externo. Elaboración propia.

Para ajustar la segueta se necesita colocar un extremo de la misma en la orilla de la astillera (Deya, s.f.). Recuperado de: (<http://www.nuriadeya.com/es/?s=astillera&x=0&y=0>) y el otro extremo colocarla en el área pectoral del artesano para generar presión y tensar la hoja de sierra, esta con el fin de no romperla en el proceso de corte. El artesano debe sujetar la pieza con los dedos de la mano, genera presión para que la pieza de plata no se deslice y con la otra mano sostiene la segueta e inicia el proceso de corte del dibujo a calar.

Tiempo de procedimiento:
10 a 15 minutos aproximadamente
contando pausas

Astillera ←



Imagen 11. Calado de plata interno. Elaboración propia.

4 Soldadura

Por medio de la soldadura se pueden unir varias piezas que permiten generar una pieza completa. Las piezas se trabajan libres de impurezas y grasa para luego iniciar este proceso. Para lo cual se utiliza un soplete de gas pequeño para dar calor a la joya hasta unir las piezas.

Tiempo de procedimiento:
4 minutos aproximadamente



Imagen 12. Soldadura de piezas en plata. Elaboración propia.

5 Pulido de plata

Al terminar la elaboración de la joya, se necesita pulir cada espacio hasta conseguir el mayor brillo posible pasándola por las diferentes lijas y añadiendo cera que ayudan a producir el abrillantado.

Tiempo de procedimiento:
5 minutos aproximadamente

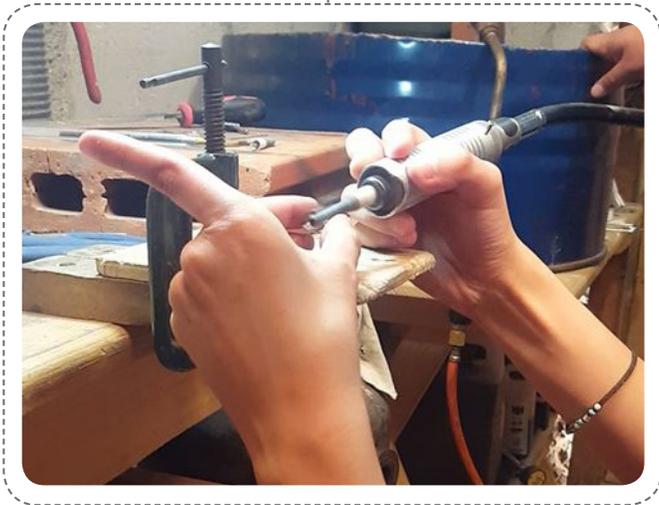


Imagen 13. Pulido de pieza en plata. Elaboración propia.

Tiempo final de producción de una pieza:
30 minutos aproximadamente



Imagen 14. Producto final. Elaboración propia.

Cada proceso de elaboración de la joya, necesita un tiempo de ejecución y el mayor es en el proceso de calado, debido al detalle y delicadeza de corte que se necesita en cada pieza. Los tiempos pueden variar según el tamaño, calidad y método utilizado por el artesano; por ejemplo, el señor Rafael Flores, fabricante de joyas de la Antigua Guatemala, cuenta con herramientas avanzadas como casteadoras con un proceso de centrifugado, que permite elaborar mayor cantidad de piezas por medio de un molde y únicamente utilizan el calado para fabricar piezas con textos grabados.

100 piezas al día en casteadora



Imagen 15 Casteadora. Elaboración propia.



Imagen 16. Molde de silicón. Elaboración propia.

10 a 20 piezas al día en calado



Imagen 17. Textos grabados. Recuperado de: www.creatujoya.com

Por otro lado, hay artesanos que mantienen sus técnicas tradicionales, como la empresa Platería Susi, produciendo 50 piezas caladas diariamente. Dichas cantidades aumentan el tiempo de producción, lo cual incrementa los riesgos ocasionados por las posiciones incorrectas del calado manual.



Imagen 18. Arete de quetzal calado. Elaboración propia.

■ 1.5 Riesgos de salud en joyería

Entre los riesgos más comunes en el proceso de calado manual se encuentran los siguientes:

Cortaduras

Los riesgos de cortaduras se presentan al utilizar herramientas manuales, sobre todo en el proceso de calado por la posición que adoptan los artesanos, ya que deben mantener firme la lámina de plata con los dedos de una mano y con la otra sujetar la segueta para generar los cortes según el diseño.

Cortadura
por segueta ←



Imagen 19. Cortada ocasionada por segueta en proceso de calado.

Fuente: Elaboración propia

Entumecimiento de los dedos

Al momento de sujetar la lámina de plata con los dedos de una mano, el artesano está generando fuerza sostenida y constante al elaborar el calado de la pieza, provocando que los dedos empiecen a presenciar hormigueo y dolor por permanecer en la misma posición inadecuada por un tiempo prolongado, causando tensión excesiva en los tendones y músculos de la mano y antebrazos.

Extensión de la muñeca



Entumecimiento
de dedos

Imagen 20. Dedos cerca de la sierra. Elaboración propia.

Consecuencias

Según explica el doctor Rolando Béber, especialista en reumatología, el movimiento repetitivo que ejerce el artesano junto a las posiciones incorrectas con las que trabaja el proceso de calado, puede ocasionar artritis degenerativa en las interfalángicas distales y proximales de ambas manos provocando además daño en la muñeca por la posición de extensión con la que trabaja. Comenta que la mejor posición para trabajar es generando una herramienta esférica para apoyar adecuadamente la palma de la mano.

- **Requerimiento No. 1:** Corregir la postura de los dedos que usan para sostener la lámina de plata.

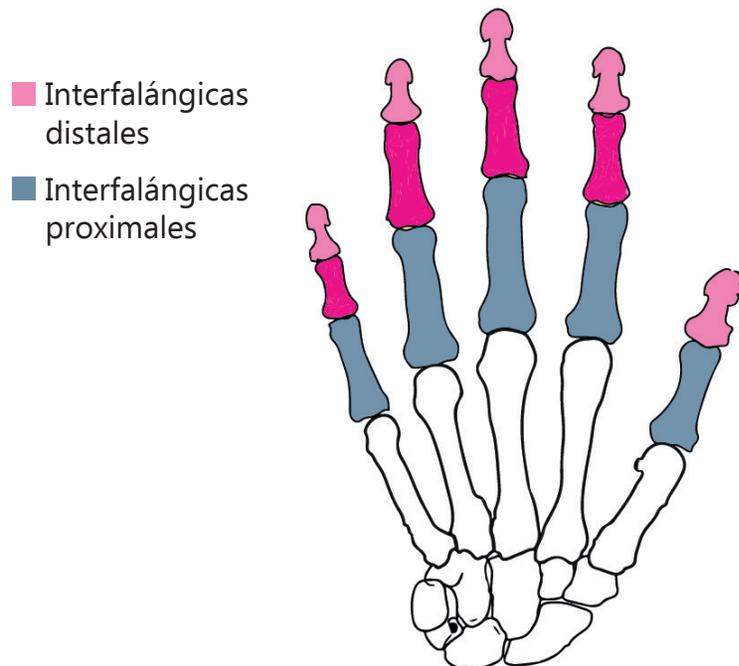


Imagen 21. Referencia de falanges. Elaboración propia.

La Artritis Degenerativa u Osteoartritis es común en adultos mayores, y es causante de dolor y rigidez debido al desgaste del cartílago articular. Esta enfermedad puede aparecer prematuramente por movimientos repetitivos de las articulaciones utilizadas en algunas ocupaciones como el trabajo de los plateros.



Imagen 22. Daño en interfalángicas distales y proximales. Elaboración propia.

■ 1.6 Ergonomía de la mano

El análisis y estudio de los movimientos es de suma importancia para desarrollar la propuesta de diseño de este proyecto. La joyería artesanal requiere de gran cantidad de herramientas y accesorios y su inadecuada elección, diseño o utilización junto a las características propias de las tareas en las que se manejan, suelen ser factor de riesgo en músculos, tendones y articulaciones en la mano.

Para desarrollar una herramienta de cualquier trabajo, es necesario conocer el área de trabajo para no tener posiciones forzadas que causen lesiones, se necesita minimizar la fuerza muscular y a la vez se tiene que ajustar a la mano para repartir la presión.

Se debe procurar que al momento de utilizar cualquier herramienta, la muñeca permanezca recta o en posición neutra y que no se requiera de flexión, extensión o desviación, con el fin de no lastimar las articulaciones de la misma.

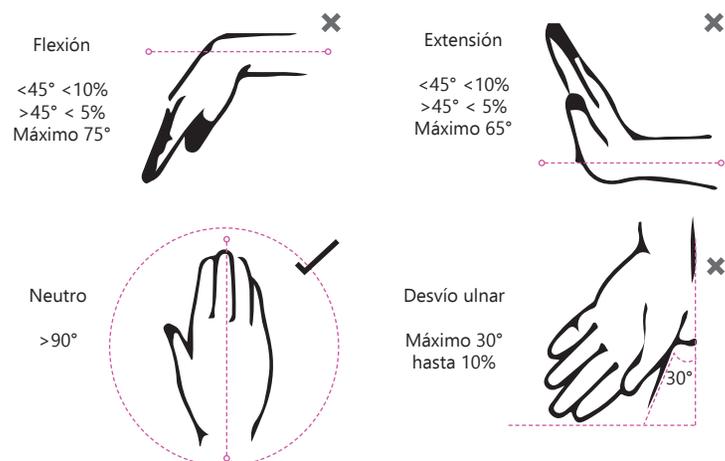


Imagen 23. Posición de muñeca. Elaboración propia.

Además se debe tomar en cuenta la altura con la que la persona trabaja, posición de la espalda, evitar la elevación de los hombros y que los codos permanezcan lo más cercano al cuerpo.



Imagen 24. Postura y altura de área de trabajo de artesano. Elaboración propia

■ 1.7 Actores involucrados

Usuario

El usuario del presente proyecto son los artesanos de Antigua Guatemala dedicados a la producción de joyería en plata y jade, con métodos y herramientas tradicionales para su fabricación.

Requieren la necesidad de implementar una herramienta que ayude a disminuir los riesgos de salud, provocados por el proceso de calado el cual ocasiona entumecimiento en los dedos por la posición que utilizan para sujetar la pieza de plata y así mismo evitar riesgos de cortadura por la segueta. Se necesita tomar en cuenta que la herramienta a implementar debe ser accesible económicamente, ya que actualmente cuentan con maquinaria y herramientas básicas.



Imagen 25. Edgar y Luis, artesanos guatemaltecos.
Elaboración propia

En este proyecto se trabajará junto a dos artesanos: el señor Rafael Flores, ubicado en San Pedro las Huertas, el cual produce una cantidad de 100 piezas diarias en total, de las cuales 10 a 20 piezas son caladas manualmente y el resto por medio de la herramienta denominada casteadora. Por otro lado el artesano Edgar Pérez de la empresa Platería Susi, ubicado en Jocotenango, elabora 50 a 60 piezas caladas manualmente al día sin utilizar casteadora.



Figura 4. Elaboración propia.

- **Requerimiento No. 2:** Proteger los dedos de cualquier corte ocasionado por la segueta.
- **Requerimiento No. 3:** El producto debe ser accesible económicamente.

- **Requerimiento No. 4:** El producto debe adaptarse a cualquier tamaño de pieza entre 15mm a 45 mm que se quisiera calar.

La herramienta propuesta va dirigida a artesanos hombres y mujeres con habilidades manuales sobre todo en el proceso de calado, con un rango de edad entre 15 a 23 años en jóvenes y 35 a 50 años de edad en adultos. Normalmente, muestran miedo a incorporar nuevas técnicas de producción, ya que todo su conocimiento fue brindado de generación en generación y únicamente conocen estos métodos con el fin de mantener las tradiciones. Esto implica seguir utilizando herramientas básicas con posiciones y fuerzas inadecuadas, lo que consideran como un acto perteneciente del proceso.



Imagen 26 Taller de trabajo de Platería Susi. Elaboración propia.



Imagen 27. Joven laborando en el proceso de calado. Elaboración propia.

Los jóvenes se consideran parte fundamental en el proyecto, ya que pueden aprender de mejor manera la técnica de calado utilizando la nueva herramienta a proponer, y así con el tiempo aportar nuevos conocimientos al gremio artesanal y a sus descendientes.

- **Requerimiento No. 5:** El accesorio debe adaptarse a cualquier tamaño de mano y edad entre 15 a 23 y 35 a 50 años.

- **Requerimiento No. 6:** La muñeca izquierda debe permanecer en una posición neutra.

Para implementar una herramienta que se adapte a las medidas de los rangos de edad mencionados anteriormente, se debe tomar en cuenta las medidas antropométricas latinoamericanas:

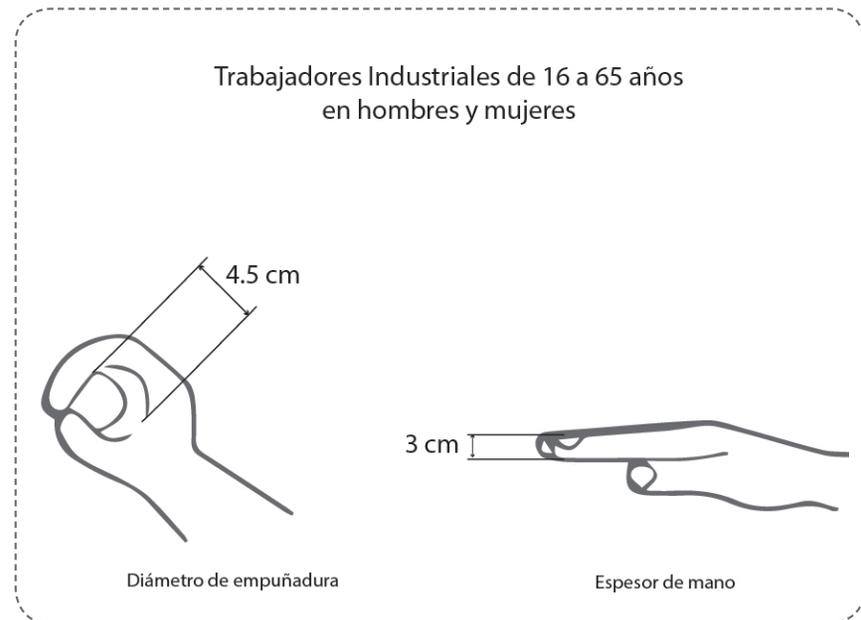


Imagen 28. Ávila, R., Prado L., González E., Dimensiones antropométricas; Población Latinoamericana. Recuperado de: <https://www.researchgate.net>

1.8.1 Detección de problemas y aciertos

A continuación, se presentan los pasos de secuencia del proceso de calado de plata que utilizan actualmente los artesanos guatemaltecos.

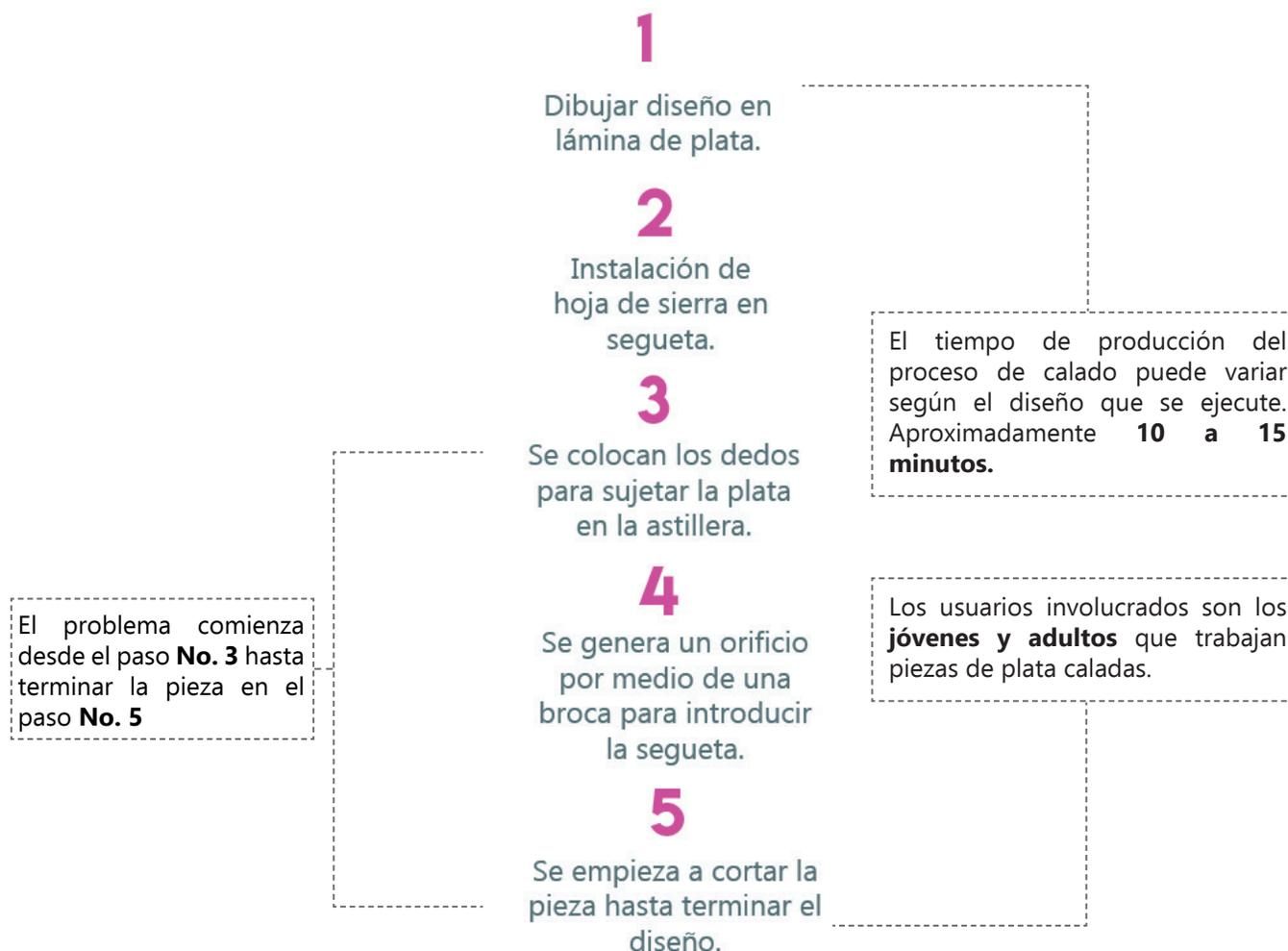


Imagen 29. Diagrama de secuencia de uso en proceso de calado. Fuente: elaboración propia.

■ 1.8 Análisis de soluciones existentes

A continuación, se presentan el análisis de soluciones existentes que se adecuan al problema detectado, se toman en cuenta los riesgos mencionados anteriormente como cortaduras y entumecimiento de dedos para desarrollar la solución de diseño.

■ Cinta protectora de dedos

Producto	Positivo	Interesante	Negativo
 <p data-bbox="233 938 737 1003">Imagen 30. Cintas protectoras de dedos. Fuente: https://elartedelvidrio.com/28-cinta-para-cortaduras.html</p> <p data-bbox="216 1052 753 1162">Uso: Utilizada para proteger los dedos al momento de pulir o cortar piezas de plata.</p> <p data-bbox="216 1166 445 1198">Precios: Q34.40</p> <p data-bbox="216 1203 753 1279">Materiales: Cinta auto-adhesiva, tipo esparadrapo.</p> <p data-bbox="216 1284 753 1360">Dimensiones: 3/4" de ancho y 90 pies (27.4m) de largo en rollo.</p> <p data-bbox="216 1365 753 1391">Disponible: México y Estados Unidos</p>	<p data-bbox="806 548 1199 695">Protege los dedos al momento de utilizar pulidoras o herramientas de corte.</p> <hr/> <p data-bbox="835 737 1169 808">Su aplicación es fácil de colocar para los dedos.</p> <hr/> <p data-bbox="856 850 1148 883">Producto económico</p>	<p data-bbox="1268 548 1547 581">Resiste al desgaste.</p> <hr/> <p data-bbox="1260 623 1556 695">Mantiene la sensibilidad</p> <hr/> <p data-bbox="1251 737 1564 769">No se adhiere a la piel</p> <hr/> <p data-bbox="1251 812 1568 922">La rigurosidad permite que la pieza de plata no se deslice.</p>	<p data-bbox="1625 548 1881 769">Los artesanos guatemaltecos no utilizan las cintas protectoras por la falta de acceso en Guatemala</p> <hr/> <p data-bbox="1617 812 1885 964">Enfocado en proteger los dedos de accidentes pero no de postura</p>

Tabla 3. Elaboración propia.

■ Set de protección para los dedos

Producto	Positivo	Interesante	Negativo
 <p>Imagen 31. Protector de dedos Fuente: http://www.cooksongold.es/Herramientas-de-joyera/Set-De-Proteccion-Para-Los-Dedos-Rhino-Tamao-Medio-grande-prcode-999-016M</p> <p>Uso: protegen los dedos para limar, lijar, pulir o cortar. Precios: Q94.64 Materiales: neopreno Dimensiones: unicamente peso: 13.600 g Disponible: Estados Unidos</p>	<p>Utilizado para cualquier tarea ejercida por joyeros.</p> <p>-----</p> <p>El precio es económico</p> <p>-----</p> <p>Es versátil</p>	<p>Finas para tener mejor sensibilidad</p> <p>-----</p> <p>Material adecuado para trabajar piezas finas de plata</p> <p>-----</p> <p>Protectores con tamaño medio-grande pero adaptable a cualquier dedo.</p>	<p>No todos los artesanos conocen este tipo de protector.</p> <p>-----</p> <p>La hoja de sierra puede atravesar el material.</p> <p>-----</p> <p>Enfocado en proteger los dedos de accidentes pero no de postura.</p>

Tabla 4. Elaboración propia.

■ Protector de dedos

Producto	Positivo	Interesante	Negativo
 <p>Imagen 32. Protector de dedos Fuente: http://www.cooksongold.es/Herramientas-de-joyer%C3%ADa/Paquete-De-5-Protectores-De-Dedos-De-Piel-Grandes-prcode-999-0164</p> <p>Uso: protegen los dedos para limar, lijar, pulir o cortar. Precios: Q28 Materiales: Piel Dimensiones: unicamente peso: 20.600 g Disponible: Estados Unidos</p>	<p>Utilizado para cualquier tarea ejercida por joyeros.</p> <p>-----</p> <p>Precio accesible. El material permite que la pieza no resbale.</p>	<p>Son finas para tener mejor sensibilidad</p> <p>-----</p> <p>Faciles de colocar en los dedos.</p> <p>-----</p> <p>Se adapta a cualquier dedo de la mano.</p>	<p>No todos los artesanos conocen este tipo de protector.</p> <p>-----</p> <p>La hoja de sierra puede atravesar el material hasta llegar a la piel.</p> <p>-----</p> <p>Enfocado en proteger los dedos de accidentes pero no de postura.</p>

Tabla 5. Elaboración propia.

Debido a que únicamente se encontraron propuestas existentes para evitar accidentes como cortes o daño en los dedos, se elaboró un análisis con productos que corresponden a la corrección de postura en mano y dedos.

■ **Accesorio para corregir postura en lápiz**

Producto	Positivo	Interesante	Negativo
 <p>Imagen 33. Adaptador ergonómico para escritura y sujetador de lápiz. Fuente: http://apreciosderemate.com/papeleria-dibujo-y-pintura/602-corrector-de-agarre-para-el-lapiz-adaptador-de-escritura.html</p> <p>Uso: Corrige postura de dedos. Precios: Q1.00 Materiales: Silicón Dimensiones: 2 a 3 cm Disponible: Guatemala</p>	<p>Corrige postura en dedos para escribir mejor.</p> <p>-----</p> <p>Precio accesible.</p> <p>-----</p> <p>Se adapta muy bien a los dedos.</p>	<p>Forma intuitiva para colocar dedos.</p> <p>-----</p> <p>El material permite que el lápiz o pincel no resbale.</p> <p>-----</p> <p>Son estándar.</p>	<p>Si se enfoca para artesanos, la presión va directamente a los dedos, causando dolor a pesar de su forma ergonómica.</p>

Tabla 6. Elaboración propia.

■ Bolígrafo ergonómico

Producto	Positivo	Interesante	Negativo
 <p data-bbox="226 862 737 927">Imagen 34. Bolígrafo ergonómico Fuente: https://www.tousergo.com/aide-a-la-prehension/539-stylo-ergonomique-penagain-5028318465293.html</p> <p data-bbox="216 1008 751 1230">Uso: Diseñado para escribir de una forma más ergonómica. Precios: Sin dato Materiales: Sin dato Dimensiones: Sin dato Disponible: Francia</p>	<p data-bbox="779 443 1150 553">Diseño sólido que permite tomar con fuerza el bolígrafo.</p> <p data-bbox="816 594 1113 662">----- Ergonómico para los dedos.</p> <p data-bbox="802 711 1127 776">----- Permite una visibilidad clara.</p>	<p data-bbox="1234 443 1499 586">La forma que tiene puede ayudar a colocar los dedos directamente.</p> <p data-bbox="1213 634 1520 699">----- Se adapta a cualquier mano.</p>	<p data-bbox="1581 443 1892 699">Enfocado para artesanos, la presión que se necesita para sujetar una lámina de plata, puede dañar los dedos con forme al tiempo.</p>

Tabla 7. Elaboración propia.

■ Cubierta de silicón para palanca de carro

Producto	Positivo	Interesante	Negativo
 <p>Imagen 35. Cubierta de silicone para palanca de carro. Fuente: https://nl.aliexpress.com/item/1P-Gear-head-Shift-knob-silicone-cover-handbrake-cover-case-for-VW-Golf-6-GTI-DSG/32712663979.html</p> <p>Uso: Decorativo y proteger la palanca del carro. Precios: Q10 Materiales: Silicone Dimensiones: 8x6x4.5 cm Disponible: Holanda</p>	<p>La forma que se utiliza al momento de utilizar la palanca del carro es ergonómica y permite que la mano este en una posición adecuada y neutra.</p> <p>-----</p> <p>Variedad de color que llama la atención.</p>	<p>Se adapta a la mano.</p> <p>-----</p> <p>El acabado permite que la mano no sienta ninguna textura que le incomode.</p> <p>-----</p> <p>Enfocado al artesano, puede generar la fuerza distribuyéndola en toda la mano y disminuyendo el cansancio.</p>	<p>-</p>

Tabla 8. Elaboración propia.

Luego de analizar las propuestas existentes, se puede concluir que en la actualidad no existe un producto que ayude a colocar los dedos y mano de una forma ergonómica y que al mismo tiempo evite los riesgos de cortaduras y daño en tendones y articulaciones ocasionados por el calado de plata.

Como se mencionó anteriormente, se colocaron propuestas que han ayudado a mantener las posiciones adecuadas para la mano, tomando en cuenta el material y el diseño. Con ello se tiene como fin desarrollar un proyecto que acople la prevención de cortes y postura. Los aspectos que se tomaron del análisis para desarrollar la solución son los siguientes:

- Utilizar materiales como el silicón, que permite que la pieza no deslice.
- La forma ergonómica que tiene la palanca de cambio de velocidades de un automovil, permite amortiguar la presión y adaptarse a la mano con facilidad.
- El diseño sólido permite tener estabilidad al momento de ejercer fuerza.
- El bajo precio permite que los artesanos puedan incorporar nuevas herramientas a su taller.
- La implementación de acabados lisos permite que la mano no sienta hormigueo o incomodidad al momento de sujetar el objeto.

La amenaza o riesgo que puede llegar a tener el presente proyecto es el rechazo a la incorporación de una nueva herramienta desconocida por los artesanos.

Además, el valor agregado que se le daría al proyecto, consiste en fusionar las ideas preventivas de cortaduras y mala postura, para obtener una sola propuesta de diseño que evite estas molestias ejercidas en el proceso de calado. Esto permitirá que el artesano pueda aceptar el uso del producto.

- **Requerimiento No. 7:** Los materiales a implementar para la herramienta deben ser sólidos y lisos pero tomando en cuenta que la lámina de plata no resbale.
- **Requerimiento No. 8:** Debe ser un producto compacto de 70 mm x 80 mm y que no sobrepase la astillera.
- **Requerimiento No. 9:** La base que sostenga la pieza a calar debe tener espacios en la base para una mayor accesibilidad y manejo de corte.
- **Requerimiento No. 10:** Elaborar un diseño que fusione ergonomía y protección por medio de una herramienta de apoyo.
- **Requerimiento No. 11:** La mano no debe obstruir la visibilidad del artesano hacia la pieza.
- **Requerimiento No. 12:** La pieza debe girar para calar con facilidad.

■ 1.9 Descripción de la necesidad

La situación económica es una de las limitantes que los artesanos han vivido por muchos años. Esto no les ha permitido incorporar nuevas herramientas y máquinas para mejorar los procedimientos de trabajo en la joyería, en especial en la técnica de calado, por lo cual han soportado molestias en manos y brazos por las posiciones inadecuadas que adoptan para fabricar sus piezas de plata.

Estos dolores e incomodidades se van repitiendo de generación en generación, se creó la mentalidad de que el dolor es parte del proceso y que con el tiempo lograrán aprender a vivir con ello. Los más afectados por las molestias son los jóvenes y adultos, ya que los aprendices al momento de conocer la técnica de calado, deben aprender con dolor y con el tiempo lastimar sus manos y brazos.

Otra limitante que se puede encontrar en algunos artesanos, es la disposición a cambiar sus técnicas utilizadas por muchos años. Sin embargo, los artesanos con mayor trayectoria, con el tiempo han ido reduciendo la producción de joyas debido al cansancio que presentan en sus manos por realizar dicha actividad.

Mejorar este proceso de calado tendría un impacto beneficioso para el artesano contemporáneo, ya que permitiría reducir el daño ocasionado por posiciones inadecuadas, implementando mayor seguridad y al mismo tiempo mejorando su productividad con la incorporación de una herramienta de apoyo que amortigüe el proceso de calado para los plateros.



Imagen 36. Postura inadecuada para sujetar pieza de plata.
Elaboración propia

2. Planteamiento del problema

Según el Acuerdo Gubernativo Número 229-2014, "Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional", Artículo 7, inciso C, página 6, "El empleador debe capacitar a los trabajadores con las mejores técnicas disponibles, prácticas ambientales, y de salud laboral, para realizar el manejo seguro de los distintos productos químicos y desechos peligrosos que se utilicen en el trabajo, y en caso de emergencias o accidentes, así como proporcionar el equipo de protección personal necesario y apto para el mismo."

Actualmente los artesanos transmiten sus conocimientos sobre las técnicas de elaboración de joyería a futuras generaciones, pero estos no están concientes del daño que genera a los nuevos trabajadores con las técnicas impartidas. La falta de seguridad en la técnica de calado que han desarrollado los artesanos por años, presenta riesgos de salud por la mala posición que adoptan para sostener las láminas de plata.

Dicha actividad se repite conforme a la cantidad de piezas que se desea elaborar al día, en algunos casos llegan a fabricar 50 piezas, provocando entumecimiento en dedos, cortes profundos, dolor en muñeca y brazo, lo que provoca artritis degenerativa. "Esta enfermedad la padece al menos 15 % de la población mundial por arriba de los 60 años de edad." (Montalvo , s.f., pág. 1). Es posible que esta enfermedad no aparezca de inmediato, porque se desarrolla en el transcurso de varios años.

Los problemas de ergonomía y seguridad para artesanos es un problema que afecta toda la república. "El 85% de

los trabajadores de empresas pequeñas, del sector no estructurado, el sector agrícola y los migrantes de todo el mundo no tienen ningún tipo de cobertura de salud ocupacional." (OMS, 2017, párrafo 2).

La platería artesanal se trabaja en 13 departamentos de Guatemala, pero el enfoque de este proyecto se dirige hacia el departamento de Sacatepéquez en los municipios de San Pedro las Huertas y Jocotenango.

Las limitaciones económicas y falta de seguridad laboral que presentan los artesanos, hace que este problema sea de suma preocupación, por lo que es importante atenderlo ya que actualmente no existe una herramienta ergonómica de bajo costo que beneficie al artesano en este proceso y que evite la proximidad de los dedos junto a la hoja de sierra de la segueta.

3. Marco lógico del proyecto

Objetivo general

Diseñar una herramienta de apoyo que mejore la posición corporal de los artesanos y evite el daño de las manos al trabajar el calado en plata.

Objetivos específicos

- Disminuir los efectos dañinos al cuerpo provocado por el calado manual.
- Mejorar la posición ergonómica en el proceso de calado.
- Implementar una nueva herramienta a bajo costo.

4. Requerimientos y parámetros

A continuación se presenta la lista de requerimientos, parámetros y forma de validación del proyecto, se debe tomar en cuenta la función, ergonomía y forma para desarrollar la propuesta de diseño.

No.	Tipo	Requerimiento	Parámetro	Validación
1.	Función	Corregir la postura de los dedos que usan para sostener la lámina de plata.	Por medio de una esfera que se acople a la palma de la mano.	Dedos relajados sin generar presión al calar.
2.	Función	Proteger los dedos de cualquier corte ocasionado por la segueta.	Los dedos deben estar a 5 cm de distancia de la lámina de plata.	El accesorio debe sostener la plata evitando el contacto directo de los dedos hacia la pieza.
3.	Función	El producto debe ser accesible económicamente.	La pieza no debe sobrepasar Q100	Por medio de materiales económicos y accesibles en el mercado.
4.	Función	El producto debe adaptarse a cualquier tamaño de pieza entre 15mm a 45 mm que se quisiera calar.	Piezas de 15x15 mm hasta 50x50 mm.	Elaborar 5 piezas pequeñas y 5 piezas grandes.

5.	Ergonomía	El accesorio debe adaptarse a cualquier tamaño de mano y edad entre 15 a 23 y 35 a 50 años.	Medidas antropométricas de la mano en edades entre 18 a 65 años. 4.5 cm de empuñadura	Los usuarios primarios y secundarios probarán el mismo accesorio de apoyo.
6.	Ergonomía	La muñeca izquierda debe permanecer en una posición neutra.	La altura del accesorio debe ser de 7 cm para mantener la muñeca neutra.	Utilizando el accesorio al momento de calar sin que la muñeca sufra una extensión o desviación.
7.	Función	Los materiales a implementar deben ser sólidos y lisos tomando en cuenta que la lámina de plata no resbale.	Utilizar resina sólida con recubrimiento de silicón para que la pieza no deslice.	La pieza a calar permanece en su sitio sin deslizarse
8.	Forma	Debe ser un producto compacto de 70 mm x 80 mm y que no sobrepase la astillera.	Astillera de 13 cm x 10 cm	Trabajar con la herramienta dentro de la astillera sosteniendo la lámina de plata.
9.	Forma	La base que sostenga la pieza a calar debe tener espacios para una mayor accesibilidad y manejo de corte.	Por medio de curvas o triángulos.	Por medio de la segueta, para introducir en estos espacios sin impedimentos.
10.	Ergonomía	Elaborar un diseño que fusione ergonomía y protección por medio de una herramienta de apoyo.	Un solo objeto	Sostener plata con agarrador ergonómico.
11.	Función	La mano no debe obstruir la visibilidad del artesano hacia la pieza para evitar cortes.	Mano con distancia de 7 cm.	Visibilidad clara por parte de los usuarios.
12.	Función	La pieza debe girar para calar con facilidad.	Giro de 180°	No utilizar los dedos para dar el giro.

Tabla 9. Elaboración propia.

Conclusión

Luego de realizar los requerimientos y parámetros para desarrollar la propuesta de diseño, la validación de cada punto debe realizarse por medio de la solución final, la cual debe cumplir con los requerimientos planteados anteriormente con el fin de obtener un producto que satisfaga estas necesidades.

5. Conceptualización

■ 5.1 Teoría del diseño

Diseño centrado en el usuario

El diseño centrado en el usuario, es un enfoque que permite obtener información sobre los actores involucrados que utilizarán el producto a desarrollar. En este caso, los artesanos requieren mejorar la seguridad laboral y los daños ocasionados en el calado de plata, fue detectado gracias a la participación propia en la ejecución del proceso. Los artesanos realizan estos procesos junto al dolor sin percatarse que las posiciones corporales que utilizan pueden generar riesgos durante el trabajo. En este caso la aplicación de esta teoría sería por medio de empatía, ya que se pudo conocer el método utilizado para el proceso de calado, por lo tanto se experimentó las posiciones inadecuadas con las que el artesano trabaja y con este conocimiento se puede ejecutar una propuesta de diseño con mayor enfoque en el usuario.



Imagen 37. Ajuste de hoja de sierra.
Elaboración propia.



Imagen 38. Inicio de corte de plata.
Elaboración propia.



Imagen 39. Posición para limar plata.
Elaboración propia.



Imagen 40. Posición de dedos para sujetar plata.
Elaboración propia.

Al terminar el proceso de calado se pudo detectar entumecimiento en los dedos, lo cual se le preguntó al artesano si esta molestia le afectaba cuando trabaja, contestando que este dolor lo siente frecuentemente pero que no hay otra manera de elaborar este proceso.

■ 5.2 Conceptos de diseño

Forma

La forma orgánica aporta curvas libres a la base de la herramienta, permitiendo que las piezas a calar se adapte en ellas.

Textura

La implementación de textura en la base del producto ofrece la opción de no deslizar por medio de la rugosidad.

Ángulos y vértices

Dos curvas que se encuentran en la base pueden determinar un vértice, generando que el producto tenga ángulos que sostenga piezas pequeñas.

Sustracción

La sustracción de forma ayuda a desarrollar un producto con espacios para introducir la segueta al momento de calar piezas.

Asimetría

Permite trabajar piezas de diferente tamaño en distintas posiciones desiguales.

Equilibrio

El equilibrio en la base ayuda a mantenerse estable para sostener la pieza de plata.

■ 5.3 Información técnica para el proyecto

Antropometría

Para comprender el uso adecuado que debe obtener la herramienta es necesario estudiar los movimientos de la mano junto a las proporciones y medidas.

Ergonomía

Conocer el área de trabajo del artesano por medio de la ergonomía, ayudará a generar un accesorio adecuado a la altura con la que el elabora.

Propiedades físicas de materiales

La resina poliéster ofrece fácil manejo a la hora de aplicarse. Es de bajo costo (la opción más barata de las resinas, proveyendo un ahorro en la fabricación de las piezas. Además cuenta con estabilidad dimensional y contiene buenas propiedades mecánicas se puede aplicar presión, torsión, entre otras. Es la resina primaria para uso en BMC (bulk molding compounds) por sus siglas en inglés, o "molde a granel" por la facilidad de verterla en moldes. La herramienta debe contener:



Figura 5. Elaboración propia.

■ 5.4 Analogía formal

Debido a que el proyecto se basa en la sustitución de los dedos en el proceso de calado, se desarrolló análisis de las extremidades de los animales, con el fin de abstraer formas y características que ayudarán a desarrollar el proyecto de mejor manera.

De forma coloquial, a las extremidades de la mayoría de animales se les llama patas, lo cual cumplen diferentes funciones como locomoción, manipulación de objetos y apoyo. Entre las patas con mayor beneficio para el proyecto se encuentran las siguientes:

Rana

En algunas ranas los dedos funcionan como ventosas adhesivas que le ayudan a sujetarse al tronco y hojas, con piel lisa o rugosa en algunas especies. La aplicación hacia el producto a diseñar es la separación entre cada dedo, lo cual permite equilibrio y al mismo tiempo introducir la segueta para calar de mejor manera la pieza. Así mismo, la rugosidad de la pata de la rana, permitirá que la pieza no deslice.

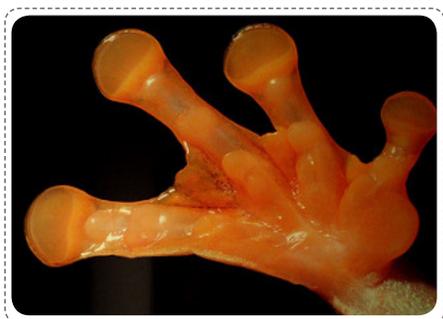


Imagen 41. Extremidad de rana.

Recuperado de: <https://www.flickr.com/photos/azuaje/4464719809>

Pato

Los patos poseen dedos finos y fuertes, proveen uñas hechas para engancharse. La abstracción para el producto se basa en la forma triangular de la pata y en la forma curva que tienen las uñas, ya que puede sujetar cualquier pieza a calar.



Imagen 42. Extremidad de pato.
Recuperado de: www.cuiroesfera.com

■ 5.5 Proceso de conceptualización de la propuesta de solución

En el proceso de conceptualización se desarrollaron diferentes propuestas de diseño para realizar la propuesta final que mejor se adapte en forma, función y ergonomía. Para el análisis se elaboraron propuestas en arcilla y en impresión 3d, con el fin de que expertos y artesanos evaluarán cada uno de los diseños y así identificar los puntos clave para la propuesta final.

■ 5.6 Primera propuesta



Imagen 43. Sujedador de dedo, primera evolución.
Elaboración propia.

No. 1 Propuesta en arcilla

Con el fin de obtener una propuesta tangible se utilizó arcilla para generar volumen y conocer las dimensiones con las que la mano estaría interactuando. La propuesta de diseño presenta espacios para colocar de un lado el pulgar y en el otro lado el dedo índice.

Con esta propuesta se definió que el tamaño es compacto, lo cual lo hace indicado para trabajar dentro del área de trabajo. Sin embargo, para la siguiente evolución se debe desarrollar de mejor manera la posición de los dedos, ya que generan presión en ellos.

Para evaluarla se verificó el tamaño de la astillera y la altura con la que trabaja el artesano. La posición de los dedos quedó a la altura del pecho del artesano, desfasa los dedos de los espacios elaborados de esta propuesta.



Imagen 44. Propuesta 1.1
Elaboración propia.



Imagen 45. Propuesta 1.2 para colocar dedos.
Elaboración propia.

Opinión de experto

Según el doctor Rolando Beber, especialista en reumatología, la posición que optan los dedos en esta propuesta, puede dañar de igual forma las articulaciones, ya que se sigue generando presión en el dedo pulgar e índice.

■ 5.7 Primera evolución

En esta etapa de evolución se quiere conocer formas de agarre para la mano, con el fin de diseñar un producto cómodo para el usuario al momento de generar presión. Se elaboraron 3 nuevas propuestas y 1 con referencia a la evolución anterior. Esto con el fin de obtener retroalimentación del artesano.



Imagen 46. Segunda evolución de propuestas.
Elaboración propia.

No. 2 Agarradores

Las propuestas están elaboradas en impresión 3D, ya que se necesitaba crear maquetas sólidas para generar fuerza en ellas y así comprender de mejor manera la presión que ejerce la muñeca y los dedos.

Con esta evolución se definió el concepto de un agarrador que permita acomodar los dedos de mejor manera. Ejecutando dos variaciones de forma con el objetivo de conocer si el diseño curvilíneo permita acomodar la mano fácilmente.

La propuesta 2.1, 2.2 y 2.3 es delgada y alargada con el objetivo de trabajar piezas pequeñas y grandes. Además se decidió esta forma debido a los mangos ergonómicos de las herramientas y así identificar si la propuesta funciona para el artesano. Se debe desarrollar a mayor detalle en la siguiente evolución de diseños los diferentes movimientos con los que el artesano llegue a trabajar.



Imagen 47. Agarrador 2.1
Elaboración propia.

Propuesta 2.2

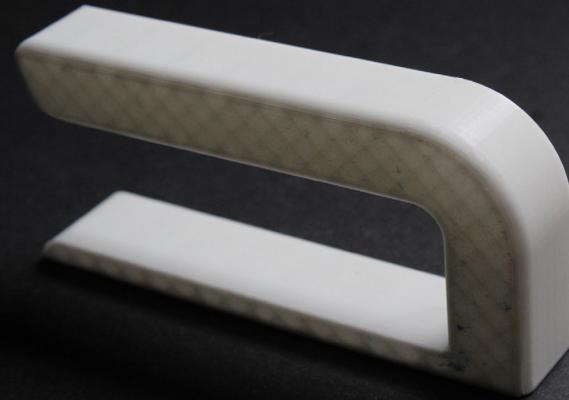


Imagen 48. agarrador 2.2
Elaboración propia.

Propuesta 2.3



Imagen 49. agarrador 2.3
Elaboración propia.

En la propuesta 2.4 es la evolución de la primera fase de propuestas. Consiste en colocar los dedos alrededor del diseño para que la fuerza se realice por medio de la mano evitando los dedos.

Los aspectos para mejorar la propuesta se dio gracias a la participación del artesano, quien se identificó que la forma y el tamaño son adecuados para una nueva evolución de ideas.

Con ello, en la siguiente evolución se tomará en cuenta la visibilidad de la pieza de plata y la empuñadura adecuada, ya que en la pre validación el artesano recomienda que la base sujete la pieza de mejor manera.



Imagen 50. Propuesta 2.4
Elaboración propia.



Imagen 51. Propuesta 2.4 parte posterior.
Elaboración propia.



Imagen 52. Postura de dedos con propuesta 2.4
Elaboración propia.

Validación con artesano



Imagen 53
Postura de mano en propuesta 2.4
Elaboración propia.

El quiebre de la pieza lastima el dedo índice

El tamaño es adecuado para trabajar en la astillera

La cruva que sobresale, no permite la visualización de la pieza

La base debe sobresalir para sostener mejor la pieza de plata

Se puede presionar diferentes tamaños de lámina de plata

Su tamaño sobre pasa la astillera y no permite trabajar



Imagen 54. Agarrador 2.1.
Elaboración propia.

■ 5.8 Segunda evolución

En esta etapa se desarrollarán dos propuestas elaboradas en impresión 3D, con el fin de conocer la empuñadura adecuada para la mano.



Imagen 55. Tercera evolución.
Elaboración propia.

No. 3 Simulación de dedos

Esta evolución se enfocó en imitar el dedo índice y medio con el que actualmente los artesanos trabajan para sostener la pieza de plata. Esta se encuentra en la base para presionar la lámina de plata, y al lado opuesto se presenta un ángulo con punta para sostener piezas de menor tamaño.

La propuesta consta de una esfera para colocar la mano alrededor de ella, para que el usuario pueda descansar la muñeca y los dedos, siendo esta forma la que permite que la muñeca se mantenga en posición neutra al momento de sostenerla.

Estos aspectos se lograron gracias a la interacción del usuario con la herramienta anterior, ya que se observó que los dedos no estaban colocados ergonómicamente por la irregularidad de la forma. Además se desarrolló la propuesta 3.2 para acomodar el dedo pulgar, lo cual permite sujetar de mejor manera la pieza.

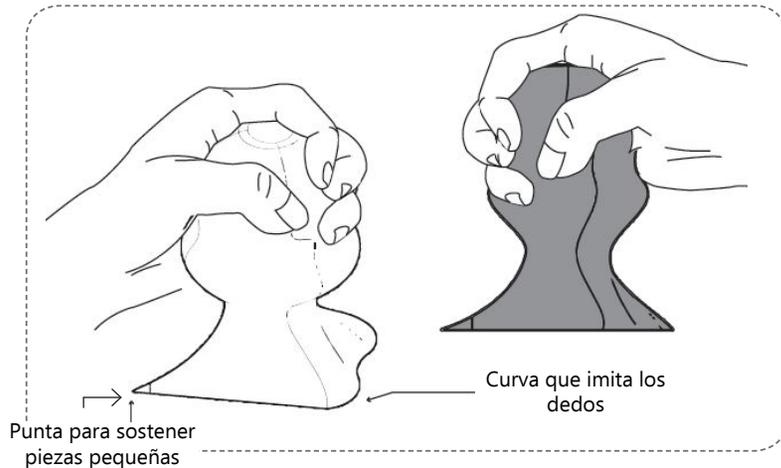


Imagen 56 Forma de uso con propuesta 3.1 Elaboración propia.



Imagen 57. Propuesta 3.1. Elaboración propia.



Imagen 58. Propuesta 3.2. Elaboración propia.

Validación con artesano



Imagen 59.
Pre validación con propuesta 3.1.
Elaboración propia.

La posición de los
dedos es cómoda

Las curvas para simular
los dedos permite que la
segueta se introduzca
en los espacios para calar
la pieza.

La segueta topa
con la esfera al
momento de girar
la pieza.

La pieza es
compacta



Imagen 60
Uso de herramienta para sujetar piezas
pequeñas.
Elaboración propia.

La punta es
adecuada para
sujetar piezas
pequeñas

Conclusión de evaluación de las propuestas

Anteriormente en cada propuesta se generaron datos importantes obtenidos por el artesano. Lo cual fue calificando cada evolución de diseño hasta comprender las especificaciones exactas con las que el accesorio debe contar. A continuación se presentan 5 propuestas con las características elegidas para desarrollar la propuesta final con su respectiva calificación.

Propuesta 1.1	Propuesta 2.1	Propuesta 2.4	Propuesta 3.1	Propuesta 3.2
				
<p>Elaboración propia.</p> <p>Es compacto. La figura indica donde colocar los dedos.</p>	<p>Permite sostener piezas de mayor tamaño.</p>	<p>Compacto. Forma atractiva</p>	<p>Esfera ergonómica para colocar la mano. Imitación de dedos permite calar en espacios irregulares.</p> <p>Propuesta final para evolucionar.</p>	<p>La punta permite sostener piezas pequeñas.</p>

La etapa de maquetación fue evolucionando conforme el artesano y expertos transmitían su opinión sobre ergonomía, forma y función. Debido a que las propuestas son en impresión 3D, se necesita evaluar en la pieza final el material de la base, ya que es necesario que no deslice sobre la pieza de plata.

En el transcurso de la evolución, se pudo observar cómo las otras herramientas juegan un papel importante en el análisis, debido a que la segueta al momento de girar, topaba con la esfera y no permitía generar el giro deseado. Además, conocer el movimiento que genera la mano derecha junto a la segueta, es de suma importancia para complementar una herramienta de apoyo.



Imagen 61. Área de trabajo de artesano.
Elaboración propia

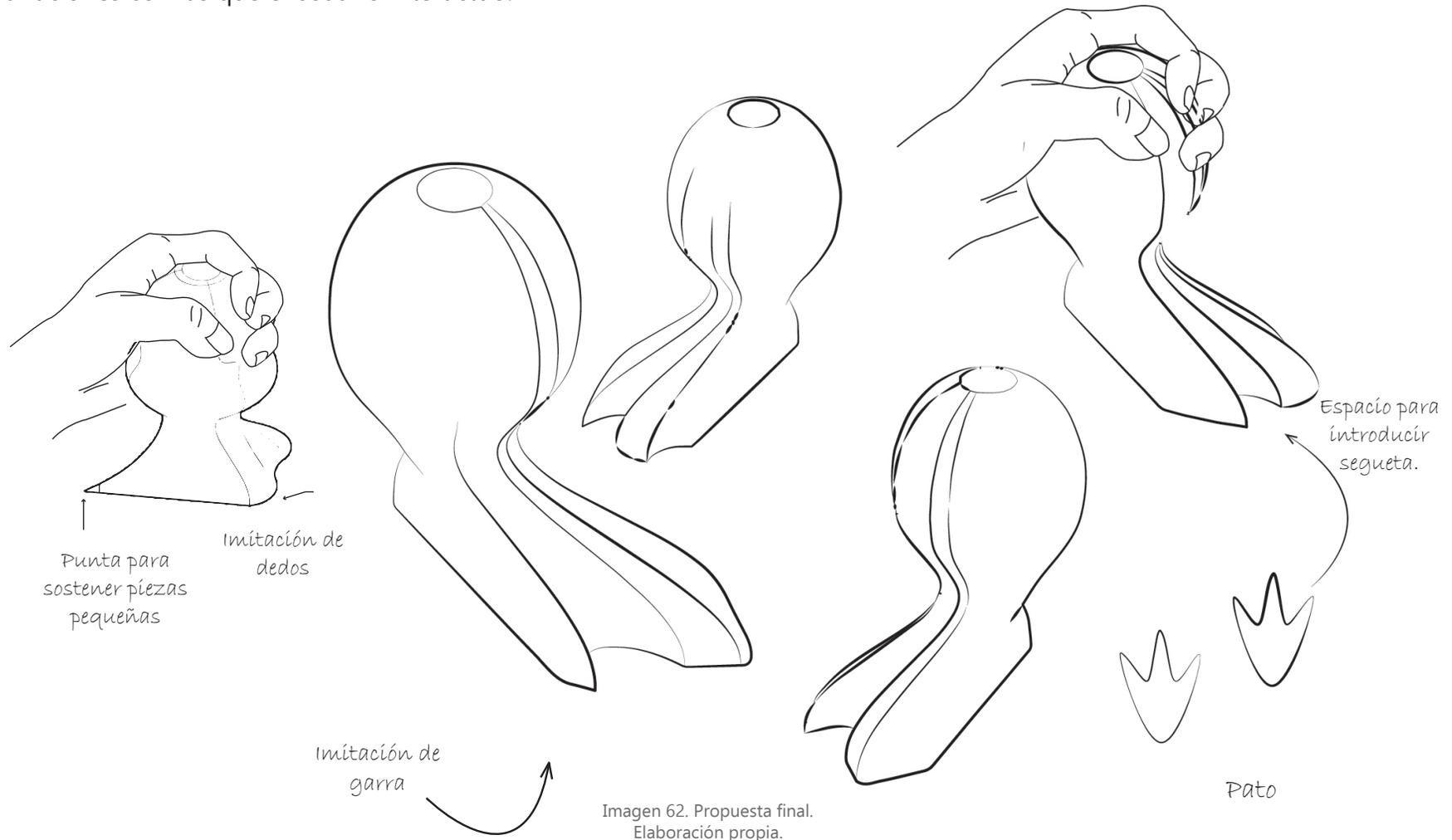
La mejor propuesta para evolucionar y desarrollar, es la **3.1**, ya que cumple con la forma, función y ergonomía que se necesita para incorporar en el proceso de calado de plata. La forma esférica permite que la mano se adapte en ella acomodando los dedos alrededor para luego generar presión. La base cumple con el requerimiento de sujetar piezas de diferentes tamaños y las dimensiones son las adecuadas para trabajar en la astillera.

Así mismo, la herramienta se adapta adecuadamente a la mesa de trabajo del artesano y permite que la misma se pueda tener al alcance del usuario.

La participación del artesano en cada propuesta permitió adquirir mayor conocimiento sobre la técnica de calado, ya que se pudo evaluar si los requerimientos cumplen con la solución presentada. Lo cual este aprendizaje se hará notorio en la propuesta final.

■ 5.9 Evolución de la propuesta final

Al finalizar la evolución, la propuesta final necesitaba cumplir con todos los requerimientos planteados tomando en cuenta que el accesorio evitaría el uso de los dedos en el proceso de calado de plata. Es por eso que se abstrajo la forma de las extremidades de la rana y pato, ya que estos animales presentan características adecuadas para imitar en el accesorio. Para esta etapa se fabricaron los productos en impresión 3D para pre validar la propuesta final. A continuación se presentan dos variaciones con las que el usuario interactuó.



No. 4 Propuesta final

Esta propuesta fue desarrollada utilizando la forma de las extremidades de los patos y ranas, ya que ambos poseen características que pueden beneficiar a la elaboración de la herramienta. Entre las características funcionales que posee la propuesta, se encuentra la forma esférica de agarre, la cual permite que el usuario pueda acomodar perfectamente su mano en el agarre. Las propuestas 4.1 y 4.2, contienen bases diferentes, pero con la misma función, otorgando al usuario la opción de escoger la forma con la que mejor se adapte al momento de calar.

El producto final es compacto para utilizarlo correctamente en la astillera. Por otro lado, los espacios que contiene la base de la propuesta 4.2 son hechos con el motivo de introducir la sequeta en ellos, y así no limitarse a calar en línea recta. Sin embargo, también fueron diseñados para que el usuario logre empujar la plata y así dar el giro que necesita.



Imagen 63. Propuesta 4.1
Elaboración propia.



Imagen 64. Propuesta 4.2 Elaboración propia.

Definida la propuesta se concluye los requerimientos y parámetros que han cumplido hasta ahorita:

1
R: Corregir la postura de los dedos que usan para sostener la lámina de plata.
P: Por medio de una esfera que se acople a la palma de la mano.

2
R: Proteger los dedos de cualquier corte ocasionado por la segueta.
P: Los dedos deben estar a 5 cm de distancia de la lámina de plata.

4
R: El producto debe adaptarse a cualquier tamaño de pieza entre 15mm a 45 mm que se quisiera calar.
P: Piezas de 15x15 mm hasta 50x50 mm.

5
R: El accesorio debe adaptarse a cualquier tamaño de mano y edad entre 15 a 23 y 35 a 50 años.
P: Medidas antropométricas de la mano en edades entre 18 a 65 años. 4.5 cm de empuñadura.

6
R: La muñeca izquierda debe permanecer en una posición neutra.
P: La altura del accesorio debe ser de 7 cm para mantener la muñeca neutra.

8
R: Debe ser un producto compacto de 70 mm x 80 mm y que no sobrepase la astillera.
P: Astillera de 13 cm x 10 cm

12
R: La pieza debe girar para calar con facilidad.
P: Giro de 180°

11
R: La mano no debe obstruir la visibilidad del artesano hacia la pieza para evitar cortes.
P: Mano con distancia de 7 cm.

10
R: Elaborar un diseño que fusione ergonomía y protección por medio de una herramienta de apoyo.
P: Un solo objeto

9
R: La base que sostenga la pieza a calar debe tener espacios para una mayor accesibilidad y manejo de corte.
P: Por medio de curvas o triángulos.

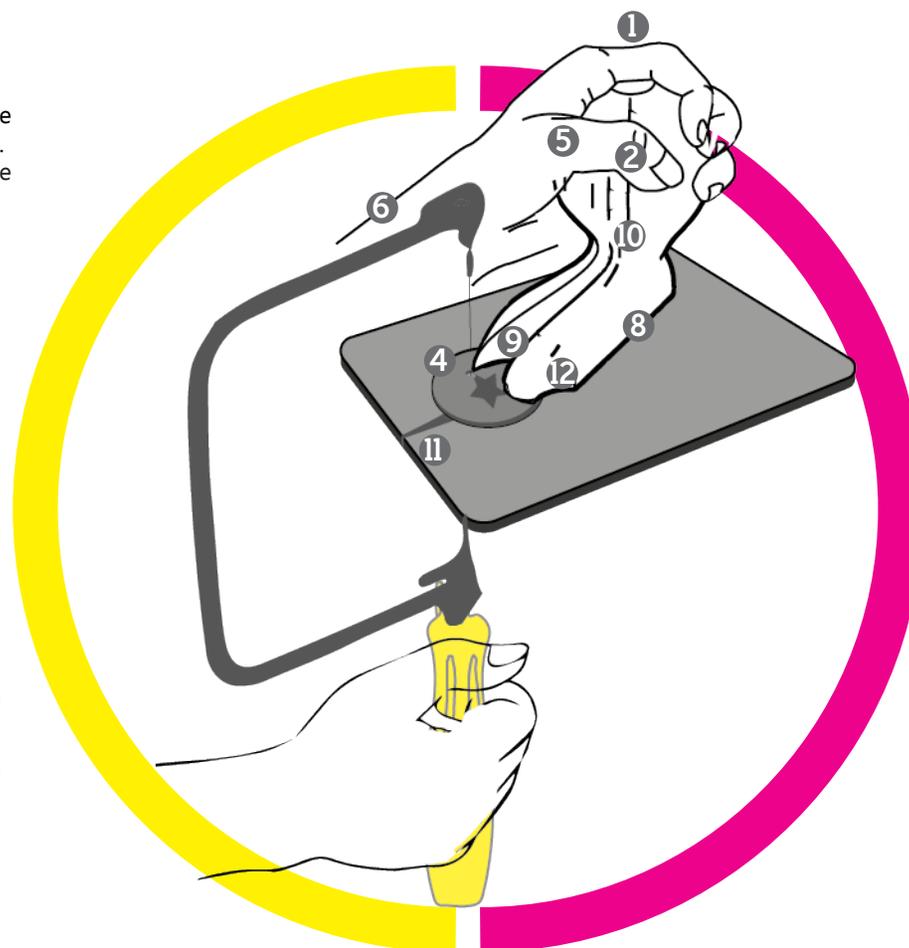


Figura 6. Elaboración propia.

Validación de artesano

Para definir si la propuesta resulta funcional, se validó con el señor Edgar Pérez, la interacción fue utilizar el accesorio para dibujar la pieza en la lámina de plata para luego calarla. Según el señor Pérez, la propuesta le resulta cómoda de utilizar.



Imagen 65. Artesano utilizando propuesta 4.2 para dibujar.
Elaboración propia.

Por otro lado el señor y la señora Flores utilizaron el prototipo para calar piezas pequeñas, esta funcionó adecuadamente sin que la segueta topara con la herramienta.

Para ambos artesanos es importante que la pieza final, tenga los materiales adecuados, sobre todo la base, con el fin de no deslizar la pieza de plata.



Imagen 66. Artesana utilizando propuesta 4.2 para calar.
Elaboración propia.

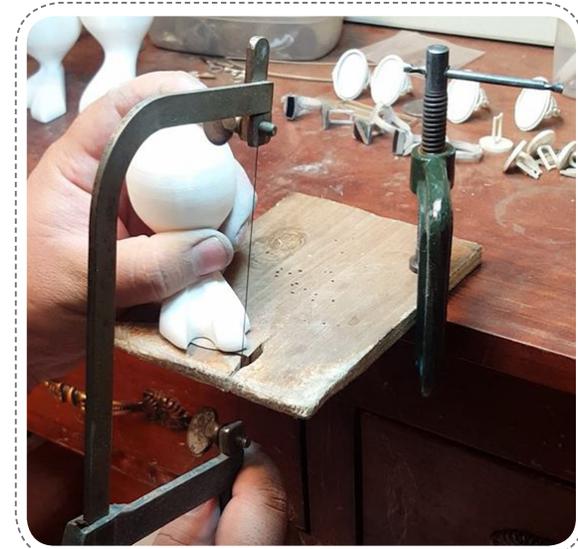


Imagen 67. Artesano utilizando propuesta 4.2 para calar.
Elaboración propia.

6. Materialización

The logo consists of the lowercase letters 'a', 'r', 'g', and 'u' in a bold, sans-serif font. The letter 'g' is uniquely stylized, with its lower loop and tail extending downwards and outwards to resemble the body and legs of a frog, positioned as if the frog is sitting on the letter.

Imagen 68. Logotipo Elaboración propia.

■ 6.1 Descripción verbal del modelo de solución

argu, significa artesanos guatemaltecos, se le otorgó este nombre para que los artesanos se sientan identificados con el diseño del producto. La letra "g" es la abstracción del prototipo como tal, con el fin de incluir dentro del nombre la forma del diseño.

Son dos herramientas de apoyo para el proceso de calado en plata, las cuales cumplen con la necesidad que presentan los artesanos al momento de realizar dicha actividad. El producto se caracteriza por ser compacto, ergonómico y funcional en un solo objeto con dimensiones de 7.3 cm x 7 cm x 3.5 cm ya que el área de trabajo del artesano es de 10 cm x 13 cm y no puede sobrepasar estas medidas para no tener riesgos ergonómicos.

Este accesorio está conformado por dos materiales distintos, resina poliéster y sellador adhesivo, ya que se necesita que el producto final sea resistente a cualquier golpe y con una base que permita sujetar sin deslizar la pieza de plata, respetando el requerimiento #3, el cual indica que debe ser un producto accesible económicamente. La forma de uso es colocar en la astillera el accesorio de apoyo, para luego acomodar la mano en la esfera y hacer presión hacia abajo para prensar el diseño de plata que se quiera calar.

argu responde al problema de manera beneficiosa para el usuario, ya que evita el contacto directo de los dedos hacia la pieza y corrige la postura con la que se sujeta la lámina. Así mismo, logra sujetar diferentes tamaños de piezas por el diseño de la base inspirado en las extremidades de la rana y pato, crea sustracciones similares de las patas para la elaboración de la herramienta.

Por otro lado, el usuario al estar en interacción con los prototipos, pudo comprender que el proceso de calado es un problema que afecta a jóvenes y adultos de este sector laboral del cual no contaban con el conocimiento sobre la mala postura, el entumecimiento de dedos que provoca este método, la artritis degenerativa en los dedos y riesgo en las articulaciones de la muñeca.

Por ello, al estar en contacto con la propuesta final, han notado y afirmado la diferencia que hay entre el proceso de calado manual y el proceso de calado con apoyo de una herramienta.

■ 6.2 Descripción gráfica del modelo de solución



Imagen 69. Prototipos finales Elaboración propia.

■ 6.3 Descripción de elementos formales

Forma

El accesorio representa la abstracción de las extremidades del pato, el cual posee características formales que permite al usuario incorporar la sequeta dentro de las curvas libres con el motivo de aprovechar espacios internos al momento de calar la pieza.



Imagen 70. Piezas finales.
Elaboración propia.

Textura

La textura se encuentra en la base del accesorio con el fin de que la plata no deslice al momento de calarla. El silicón permite solucionar este requerimiento por medio de su textura.



Imagen 71. Contraste de texturas.
Elaboración propia.

Ángulos y vértices

Las curvas con las que el accesorio cuenta fueron elaboradas con la razón de crear ángulos que ayuden a sostener piezas de menor y mayor tamaño, logrando que el artesano pueda trabajar con diferentes dimensiones de piezas de plata.



Imagen 72. Vértice para calar piezas pequeñas.
Elaboración propia.

Sustracción

La sustracción de formas en la herramienta son adecuadas para introducir la sequeta en los espacios vacios, permitiendo que el usuario cale piezas orgánicas.



Imagen 73. Sustracción de formas para ingresar la sequeta.
Elaboración propia.

Asimetría

La desigualdad de la base, permite que el artesano pueda escoger el ángulo con el que mejor se adapte su pieza.

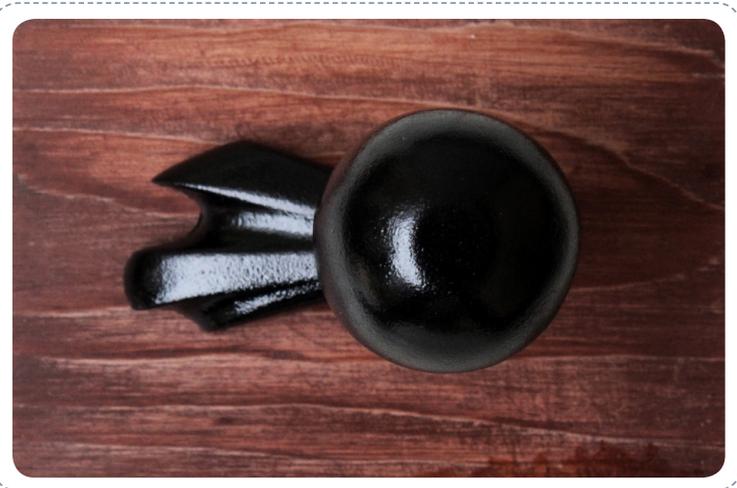


Imagen 74. Forma asimétrica para calar diferentes tamaños de pieza.
Elaboración propia.

Equilibrio

La estabilidad es generada por la base de la herramienta, la cual permite que el usuario maneje adecuadamente la pieza de plata.



Imagen 75. Equilibrio en herramienta.
Elaboración propia.

■ 6.4 Secuencia de uso

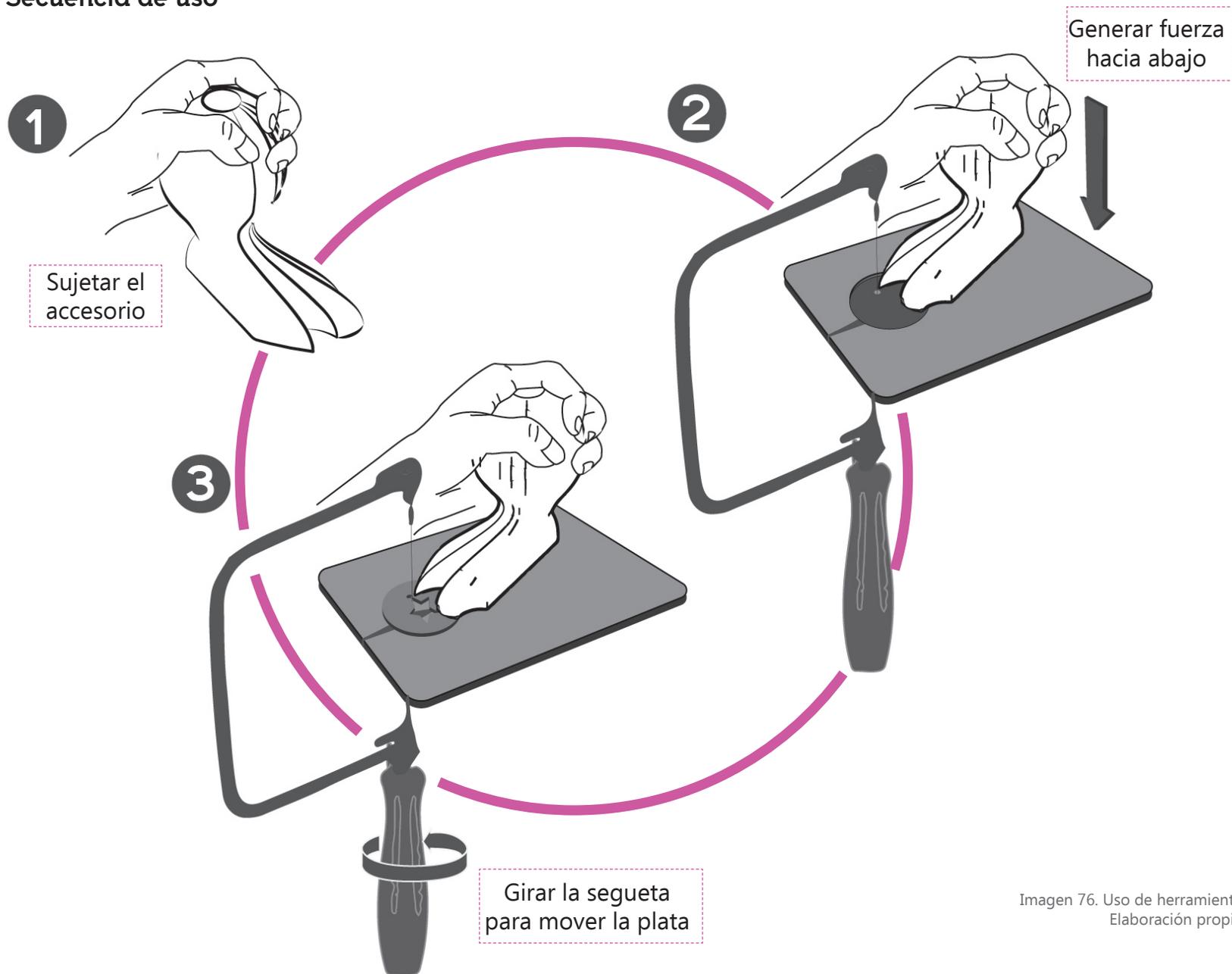


Imagen 76. Uso de herramienta.
Elaboración propia.

■ 6.5 Proceso de producción

Para la fabricación de una pieza se elabora el siguiente proceso:



Imagen 77. Elaboración propia.

Elaboración de molde en silicona de caucho con soporte de yeso.



Imagen 78. Elaboración propia.

Pieza sólida de resina poliéster con cargas de carbono de calcio.



Imagen 79. Elaboración propia.

Se utiliza un molde para crear la textura de la base.

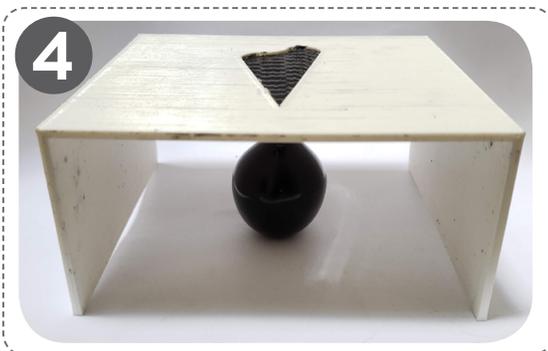


Imagen 80. Elaboración propia.

Aplicar una capa de sellador a la base de la pieza. (Ver página 53 para más detalle).



Imagen 81. Elaboración propia.

Se coloca la tela con textura para luego aplicar otra capa de sellador. Tiempo de secado: **5 horas.** (Ver página 54 para más detalle).



Imagen 82. Elaboración propia.

Por último retirar excesos con cuchilla.

Para el paso No. 4 y 5 se necesita el siguiente procedimiento:

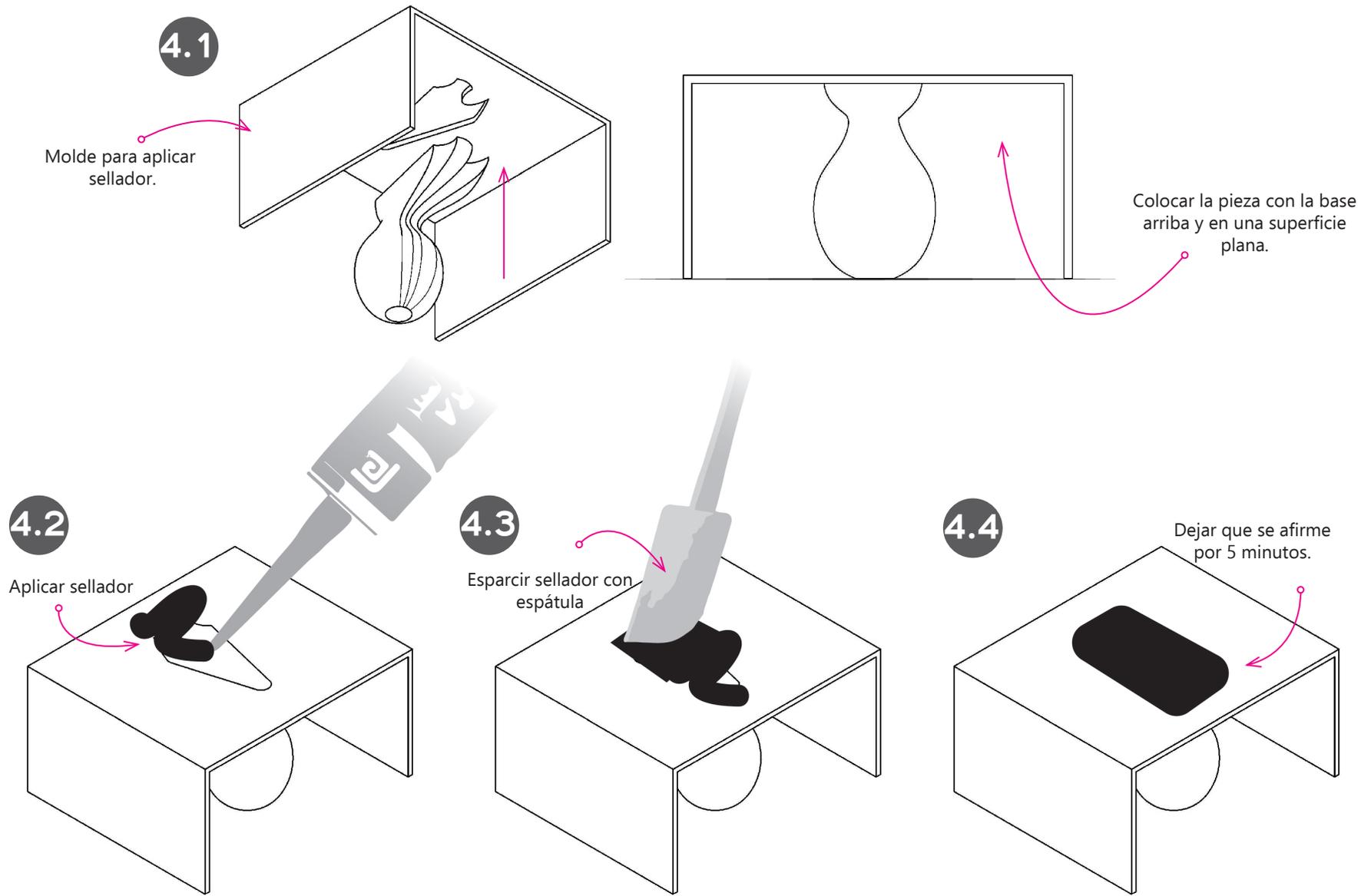
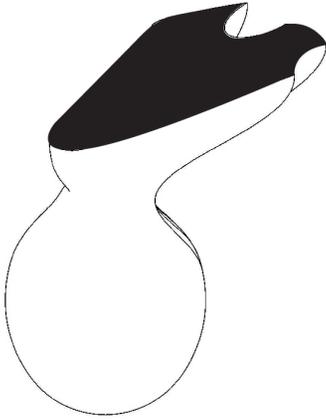


Figura 7. Proceso de producción. Elaboración propia.

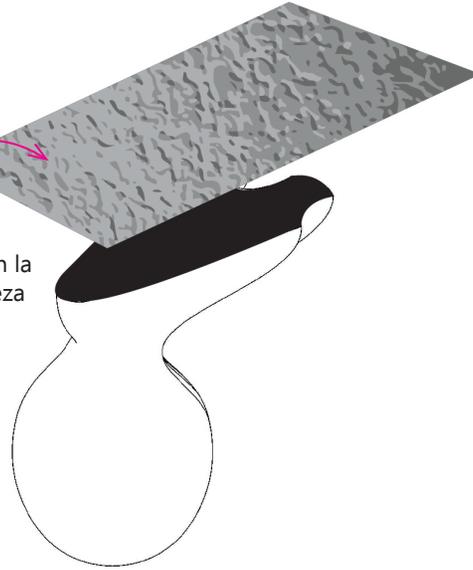
4.5

Retirar del molde



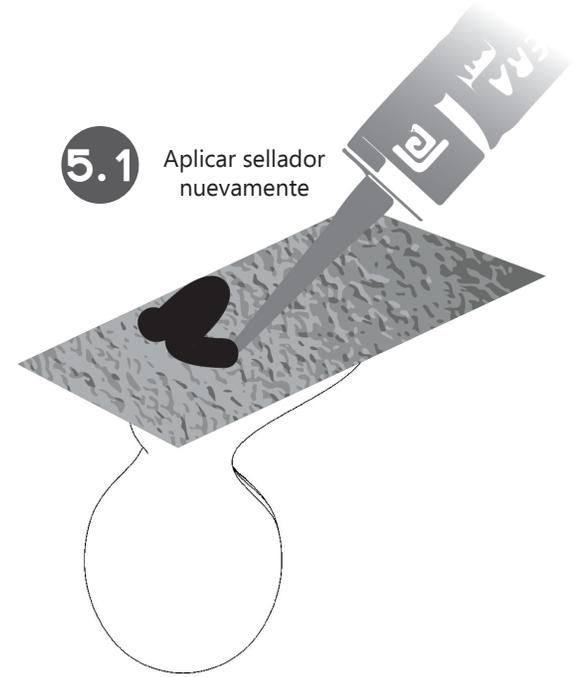
5

Colocar tela en la base de la pieza



5.1

Aplicar sellador nuevamente



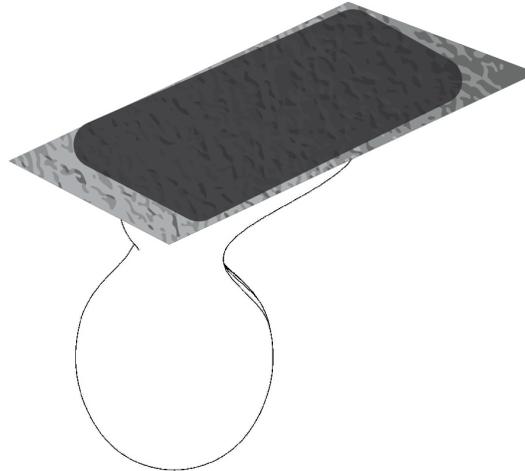
5.2

Esparcir sellador con una espátula



5.3

Dejar que seque por 5 horas.



6

Retirar excesos con cuchilla

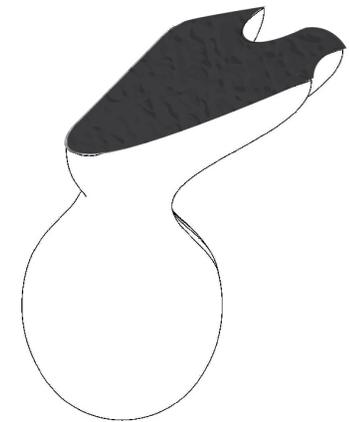


Figura 8. Proceso de producción. Elaboración propia.

6.5.1 Tabla de materiales y procesos

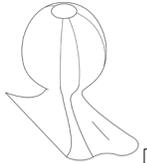
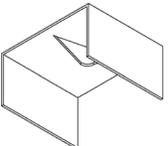
Elemento del modelo	Características	Proceso de transformación	Tomar en cuenta
<p>Pieza sólida</p> 	Una pieza de resina poliéster de 73 mm x 78 mm	Materia prima compuesta	Inspeccionar que la base quede completa al momento de fabricarla.
<p>Base</p> 	Sellador adhesivo para la base de 70.5 mm x 36 mm.	Materia prima compuesta	Inspeccionar que no se lastime el material al momento de aplicarlo. Se recomienda utilizar agua con jabón para suavizar los bordes.
<p>Molde para textura de base</p> 	Molde en 3D de 134mm x 120mm x 73mm	Materia prima compuesta	Asegurarse que el molde quede exacto con la pieza sólida.

Tabla 10. Materiales. Elaboración propia.

6.5.2 Flujo de producción

Se considera que en el gremio artesanal las técnicas aprendidas durante años atrás, son de suma importancia para los artesanos, es decir, no todos están dispuestos a implementar una nueva herramienta en su trabajo. Es por eso que se decide fabricar por medio de lote, ya que actualmente son pocos los artesanos que desean cambiar su método de calado en plata.

Se llevará a cabo por medio de una combinación manual

y equipo mecánico. Debido a que el 90% del producto se fabricará por la empresa Fiberglass y Plásticos S.A, para luego aplicar la textura de la base de forma manual. La producción se adapta al diseño de una manera beneficiosa para el artesano, ya que resulta ser económico el modelo de solución.

Definido la tabla de materiales y procesos para la fabricación de la herramienta, se procede a la validación del producto final.

7. Validación

No.	Requerimiento	Resultado	Calificación de 1 a 5	Observación
1.	Corregir la postura de los dedos que usan para sostener la lámina de plata.	La herramienta cuenta con una esfera ergonómica para colocar la mano.	● ● ● ● ●	Se debe enseñar al usuario como utilizar la herramienta para corregir su postura.
2.	Proteger los dedos de cualquier corte ocasionado por la segueta.	Se logró por medio de la altura de la herramienta: 73mm	● ● ● ● ●	Los dedos deben abrazar la esfera.
3.	El producto debe ser accesible económicamente.	Costo Q112.00 pieza individual	● ● ● ● ○	Las herramientas y materiales pueden variar y hacer que el precio baje cuando el pedido es por mayor.
4.	El producto debe adaptarse a cualquier tamaño de pieza entre 15mm a 45 mm que se quisiera calar.	La herramienta logra calar piezas de cualquier medida.	● ● ● ● ●	Sujetar piezas pequeñas con ángulos.
5.	El accesorio debe adaptarse a cualquier tamaño de mano y edad entre 15 a 23 y 35 a 50 años.	43.75 mm de diámetro para la esfera.	● ● ● ● ●	Colocar la palma de la mano en la esfera para acomodarla.
6.	La muñeca izquierda debe permanecer en una posición neutra.	La altura de la herramienta permite colocar la mano en posición neutra: 73 mm	● ● ● ● ●	La herramienta no se puede utilizar abajo de la cintura, ya que esta diseñada para aproximadamente la altura del pecho.
7.	Los materiales a implementar deben ser sólidos y lisos tomando en cuenta que la lámina de plata no resbale.	Resina poliéster para pieza sólida y textura de una tela para la base con sellador adhesivo.	● ● ● ● ●	Se debe limpiar la base con papel o trapo seco cuando se ensucie.

No.	Requerimiento	Resultado	Cumple	Observación
8.	Debe ser un producto compacto que no sobre pase la astillera.	Base de herramienta: 70.57mm x 36 mm	● ● ● ● ●	Las astilleras pueden variar pero su límite es de 80 mm de ancho.
9.	La base que sostenga la pieza a calar debe tener espacios para una mayor accesibilidad y manejo de corte.	Por medio de sustracciones en la base de la pieza, se logra ingresar la segueta.	● ● ● ● ●	Los espacios permiten que el usuario pueda sujetar la pieza y al mismo tiempo dibujarla.
10.	Elaborar un diseño que fusione ergonomía y protección.	Producto final	● ● ● ● ●	Utilizado también para dibujar sobre la lámina de plata.
11.	La mano no debe obstruir la visibilidad del artesano hacia la pieza para evitar cortes.	La mano se mantiene en una posición de 70.57 mm de la pieza de plata.	● ● ● ● ●	Las medidas permiten que este requerimiento cumpla.
12.	La pieza debe girar para calar con facilidad.	Los vértices de la herramienta permiten apoyar al artesano en el giro.	● ● ● ● ○	Sustituir los dedos suele ser complicado al principio, es importante conocer la herramienta para poder dar el giro de la pieza de plata.

Tabla 11. Validación.
Elaboración propia.

7.1 Proceso de validación

Al momento de validar con el prototipo final con su respectivo material, se elaboró piezas en forma de quetzal, 2 fabricadas con el proceso de calado actual y 2 con la nueva herramienta. Dichas actividades se realizaron con un joven y adulto de la empresa Platería Susi, para analizar las diferentes posturas.

Calado actual

La práctica y agilidad con la que manejan la pieza de plata, les permite obtener de manera rápida. Sin embargo, la posición con la que sujetan el quetzal muestra claramente la posición errónea con la que trabajan y la cercanía de la hoja de sierra de la segueta con los dedos. Cabe mencionar que la muñeca tiene una posición extendida para trabajar el diseño logrando que al terminar la pieza, se sienta incómoda la mano.

Edad	Pieza	Proceso	Tiempo de elaboración
43 años	Quetzal	Calado actual	1 minuto 40 segundos

Tabla 12. Elaboración propia.



Imagen 83. Calado a mano de pieza quetzal. Elaboración propia.

Luego de haber realizado el calado de forma manual, se procede a utilizar la herramienta. Para el proceso de validación, se mostró dos propuestas de diseño con materiales finales, el cual el artesano interactuó con ambas para determinar su función.

Calado con herramienta



Imagen 84. Herramientas de apoyo para el proceso de calado. Elaboración propia.

El usuario comienza dibujando sobre la plata para luego calarla y la posición con la que maneja la herramienta es la adecuada para trabajar la pieza de plata. Además, para el artesano le resulta adecuada la textura y el material que se utilizó en la base, eso le permite que la pieza no deslice y se mantenga en el área de trabajo.

Edad	Pieza	Proceso	Tiempo de elaboración
43 años	Quetzal	Calado con herramienta	3 minutos

Tabla 13. Elaboración propia.



Imagen 85. Dibujo en pieza de plata con herramienta. Elaboración propia.



Imagen 86. Inicio de calado de pieza quetzal. Elaboración propia.

Al finalizar el calado con la herramienta, el artesano obtuvo 80 segundos más que con el proceso actual, debido a la falta de costumbre con el nuevo producto.

Edad	Pieza	Proceso	Tiempo de elaboración
23 años	Quetzal	Calado con herramienta	3 minutos con 16 segundos

Tabla 14. Elaboración propia.



Imagen 87. Calado por artesano joven. Elaboración propia.

Para el usuario joven resultó incómodo al principio, pero el mismo dueño de la platería, Edgar Perez, le enseñó como utilizar la herramienta correctamente, en donde le explicó la razón de su uso y características. Al final de ámbos métodos se obtuvo 4 piezas de quetzal caladas perfectamente, con lo que se comprueba que la herramienta no afecta en la calidad que requiere la pieza. Ambas propuestas de diseño tienen la posibilidad de trabajar en diferentes necesidades de calado en plata, es por eso que no se descarta ninguna ya que ambas resultaron beneficiosas para el artesano.



Imagen 88. Piezas finales caladas. Elaboración propia.

Luego de haber realizado la validación con los artesanos de la empresa Platería Susi, se elaboró otra validación con el señor Rafael Flores para conocer los tiempos de fabricación de calado manual y la nueva herramienta, para ello se desarrolló el siguiente diseño con el motivo de calar la parte interna del dibujo.

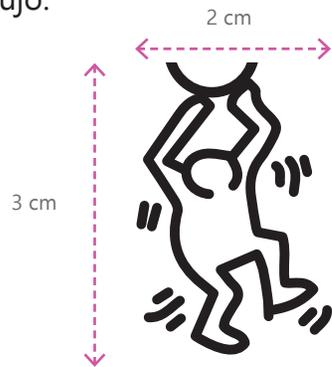


Imagen 89. Obra de Keith Haring. Rediseño elaboración propia.

Calado actual

En el calado manual actual que se realiza para elaborar la pieza, se puede notar la cercanía de la segueta junto a los dedos, lo cual explica el señor Rafael, que mantiene mayor estrés al ejecutar dicha actividad (ver video en anexos). Sin embargo debe calar con mucho cuidado y con mayor concentración para no sufrir ningún accidente.

Edad	Pieza	Proceso	Tiempo de elaboración
47 años	Keith Haring	Calado actual	4 minutos

Tabla 15. Elaboración propia.



Imagen 90. Calado actual de pieza Keith Haring. Elaboración propia.

Calado con herramienta



Imagen 91. Herramientas de apoyo para el proceso de calado. Elaboración propia.

Se elaboraron dos piezas más con la propuesta 1 y 2 para conocer los tiempos de elaboración y manejo de cada herramienta.

Con la propuesta 1 el artesano utilizó la punta para poder sostener la pieza, ya que por el tamaño del diseño le fue de mucha ayuda manejarlo de esta manera. Los dedos permanecen lejos de la hoja de sierra, ayudando a disminuir el estrés o presión que mantiene el artesano al utilizar los dedos en el calado actual.



Imagen 92. Herramientas 1 de apoyo para el proceso de calado. Elaboración propia.

Edad	Pieza	Proceso	Tiempo de elaboración
47 años	Keith Haring	Calado con herramienta 1	3 minutos con 16 segundos

Tabla 16. Elaboración propia.

Al finalizar la segunda pieza con la herramienta 1, el tiempo de elaboración fue satisfactorio, ya que el usuario logró manipular muy bien la herramienta para ejecutar el calado del diseño.

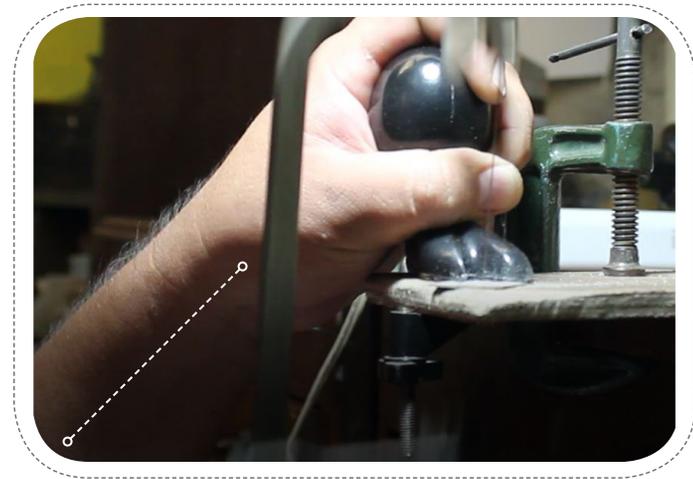


Imagen 93. Herramientas 2 de apoyo para el proceso de calado. Elaboración propia.

La herramienta 2 al igual de la 1 permite que el usuario pueda mantener la muñeca neutra, evitando el dolor que el calado normal genera en esta articulación. Por otro lado, los vértices de la propuesta 2 permite que la segueta se introduzca en ella para calar de mejor manera la pieza.

Edad	Pieza	Proceso	Tiempo de elaboración
47 años	Keith Haring	Calado con herramienta 2	3 minutos con 37 segundos

Tabla 17. Elaboración propia.



Imagen 94. Piezas elaboradas por Rafael Flores. Elaboración propia.

7.2 Conclusiones

La herramienta de apoyo permite que el artesano sostenga la pieza de una manera cómoda y segura. Desde la evolución de propuestas los artesanos han tenido interacción con los diseños en impresión 3D, se elaboraron 2 finales para conocer la herramienta que funciona mejor. Esto ha permitido analizar posturas y el dominio de la misma; comprobando que la forma, función y ergonomía que ofrece el producto es aceptada por el usuario, ya que sin el material final, se logró cumplir con la mayoría de los requerimientos y fue hasta la propuesta final en donde se pudo validar el material final.

Beneficios:

- Se adapta a varios tamaños de diseño por medio de los laterales.
- Utilizada para trazar dibujos.
- Dedos alejados de la segueta.
- Muñeca neutra

Propuesta 1



Propuesta 2



- Vértices ayudan a introducir la segueta.
- La textura de ambos permite que la pieza no se deslice.
- La esfera ayuda a colocar los dedos adecuadamente.
- Ambas reducen temor de calar para el artesano.

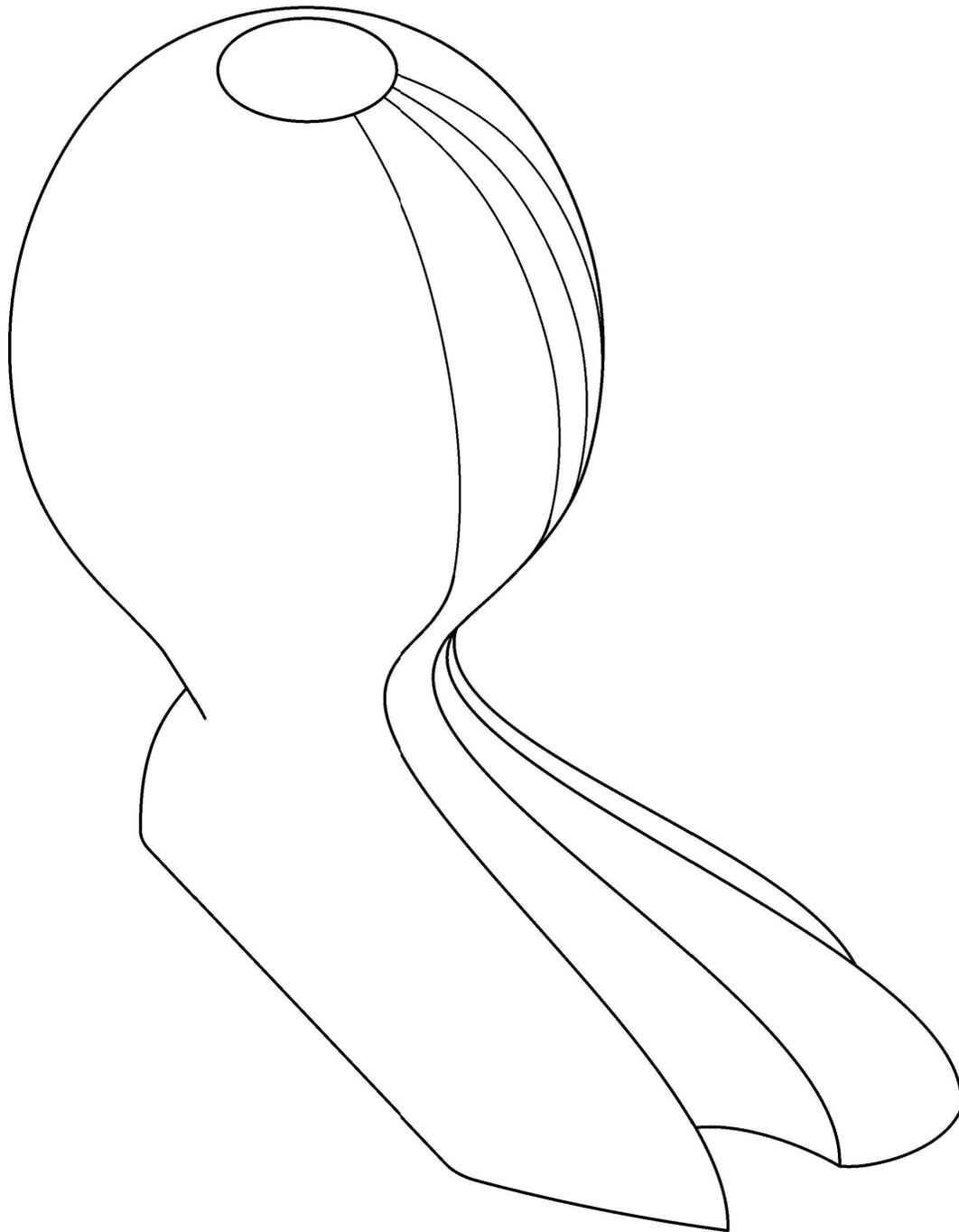
Imagen 95. Beneficios de ambas propuestas. Elaboración propia.



Imagen 96. Área de trabajo del artesano Rafael Flores. Elaboración propia.

En la primera interacción que los artesanos tuvieron con el prototipo final, les resultó difícil cambiar la técnica que utilizan por más de 10 a 50 veces al día. Ya que al momento en que entraron en contacto con el producto, lo utilizaron con la técnica actual, en donde se les indicó cómo utilizarla para luego ellos enseñarles a sus trabajadores. Es de mucha ilusión para ellos obtener una nueva herramienta que ayude a evitar los riesgos de salud laboral por lo cual están dispuestos a estudiar esta herramienta. El señor Edgar Perez, comenta que con práctica puede lograr adaptarse a esta nueva herramienta de apoyo (ver anexos).

Por otro lado, el señor Rafael Flores, al estar en contacto con el producto, logró adaptarse de mejor manera, permitiendo girar la pieza de plata con el prototipo y la segueta.



ISOMÉTRICA 30° / 30°



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDÍVAR

DISEÑO INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

ISOMÉTRICA 30° / 30° P1

DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL
CALADO DE PLATA EN LA FABRICACIÓN DE JOYAS ARTESANALES

DISEÑO POR SOFIA BEBER

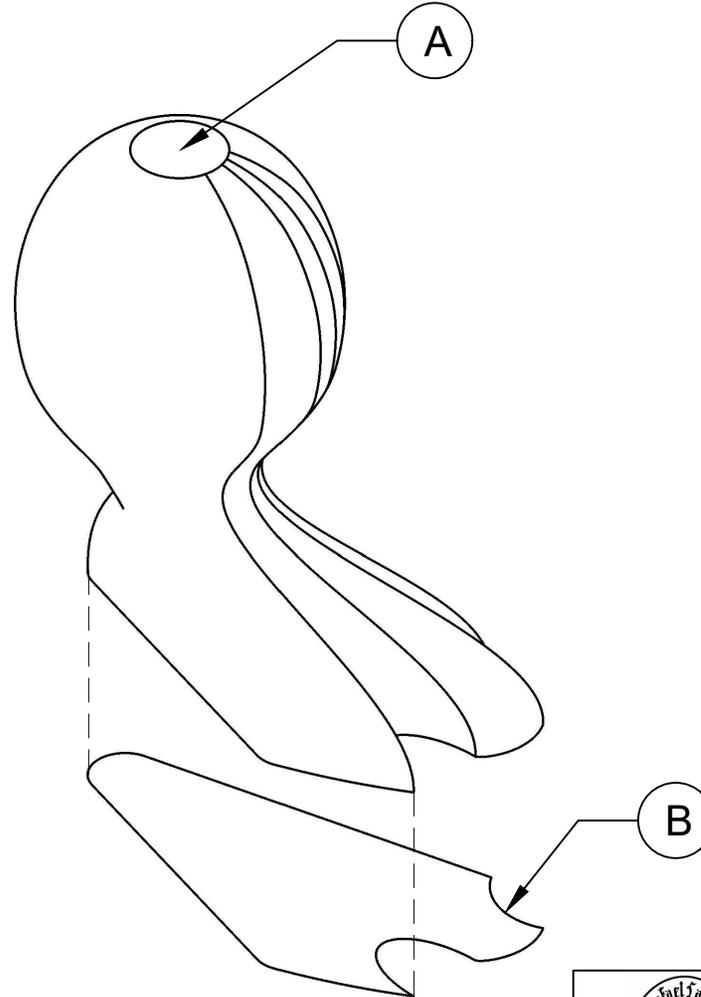
ASESORA KENIA GUISELA HERNÁNDEZ VEGA

UNIDAD DE MEDIDA
EN MM

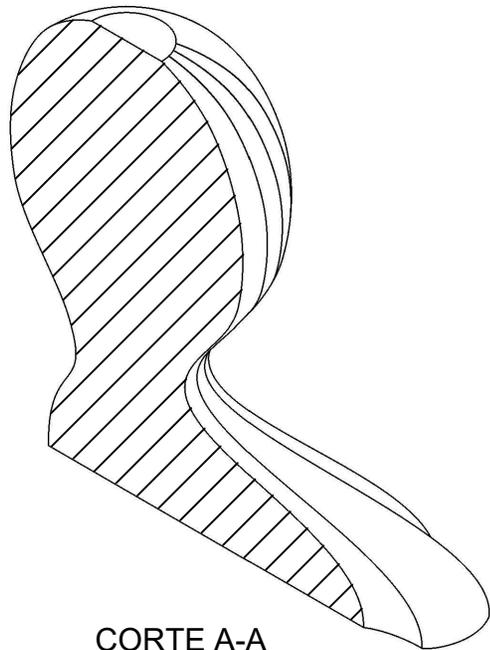
ESCALA
2:1

PLANO
63 1/14

ITEM	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A	PARTE SUPERIOR	RESINA POLIESTER	1
B	BASE	SELLADOR ADHESIVO	1



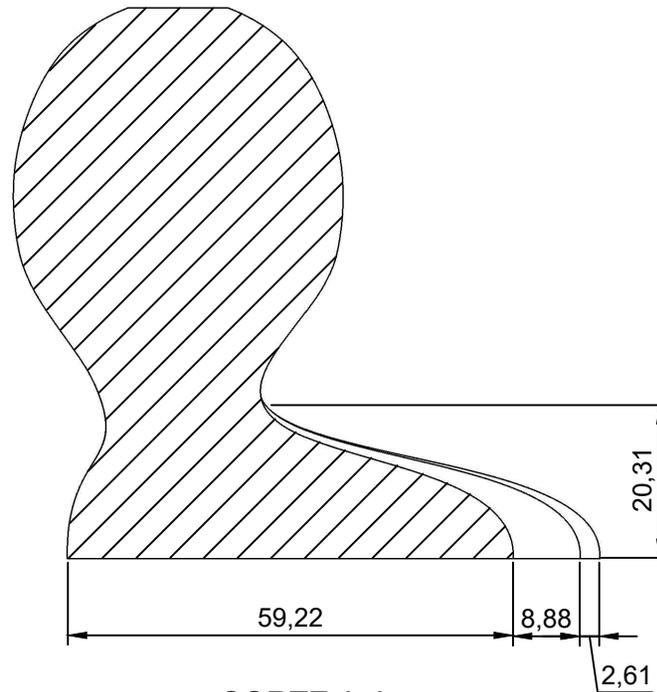
	DESPIECE P1		
	DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL CALADO DE PLATA EN LA FABRICACIÓN DE JOYAS ARTESANALES		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR	DISEÑO POR SOFIA BEBER		
	ASESORA KENIA GUISELA HERNÁNDEZ VEGA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA EN MM	ESCALA 2:1	PLANO 64 2/14



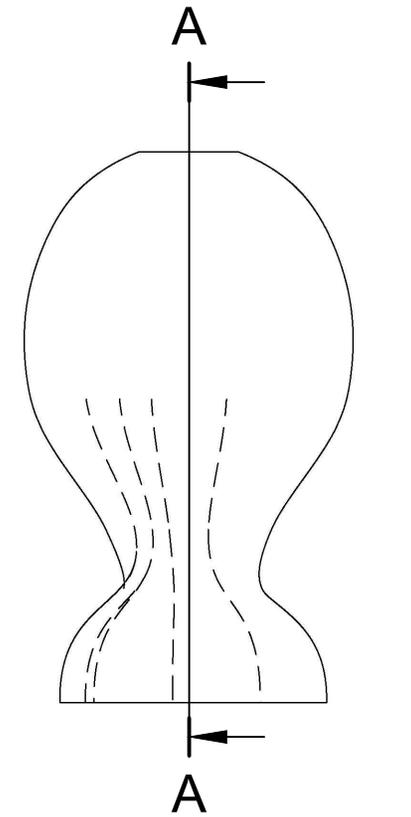
CORTE A-A

ISOMÉTRICA 30°/30°

ESC 1:2

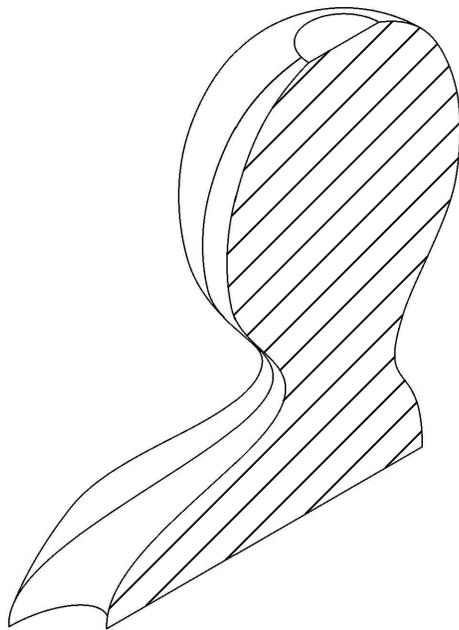


CORTE A-A
ESCALA (1:1)

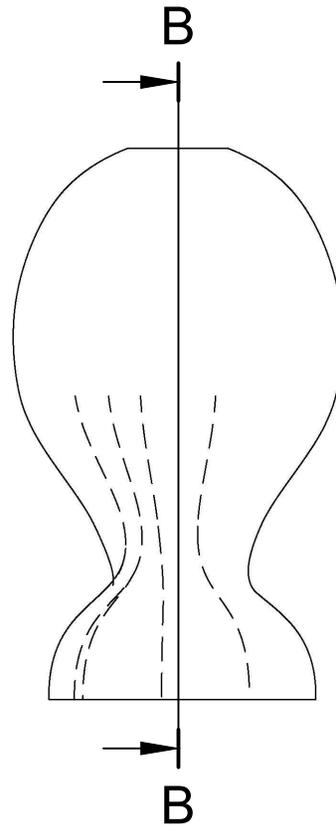


VISTA LATERAL DERECHA

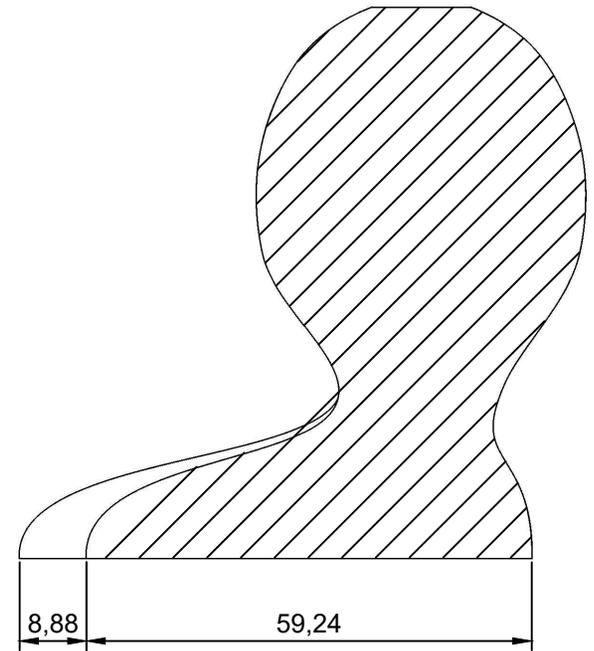
	CORTE DE PROPUESTA P1		
	DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL CALADO DE PLATA EN LA FABRICACIÓN DE JOYAS ARTESANALES		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑO POR SOFIA BEBER		
	ASESORA KENIA GUISELA HERNÁNDEZ VEGA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA EN MM	ESCALA 1:1	PLANO 65 3/14



CORTE B-B
ISOMÉTRICA 30°/30°
ESC 1:1

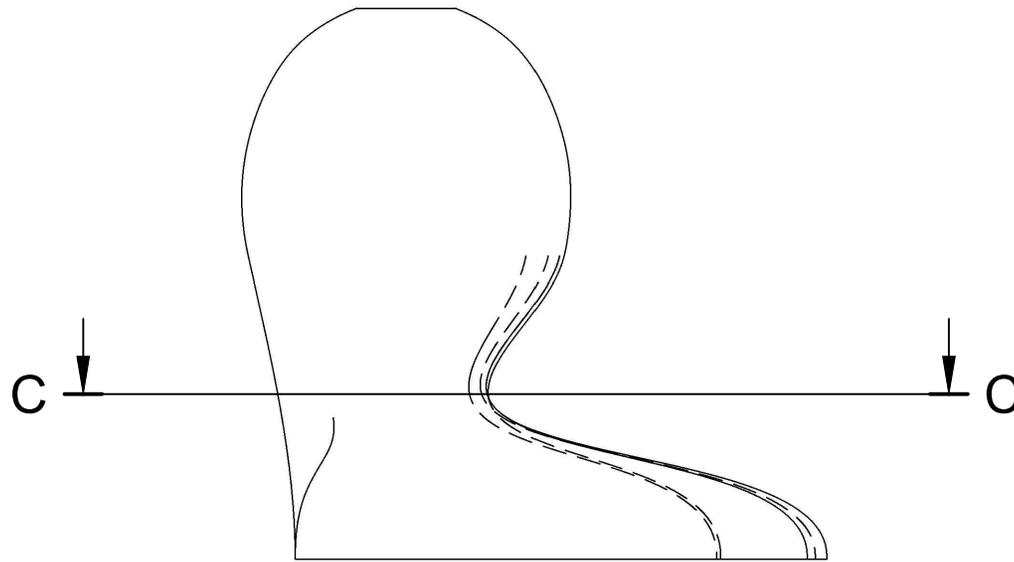


VISTA LATERAL DERECHA

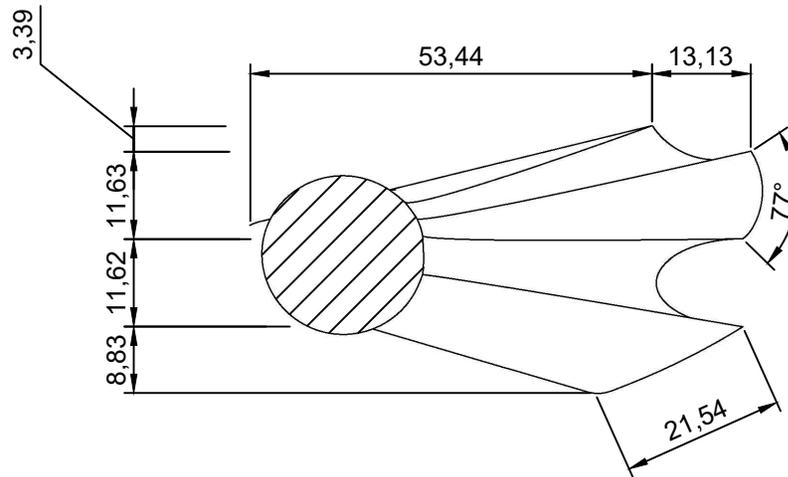


CORTE B-B
ESCALA (1:1)

	CORTE DE PROPUESTA P1		
	DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL CALADO DE PLATA EN LA FABRICACIÓN DE JOYAS ARTESANALES		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑO POR SOFIA BEBER		
	ASESORA KENIA GUISELA HERNÁNDEZ VEGA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA EN MM	ESCALA 1:1	PLANO 66 4/14

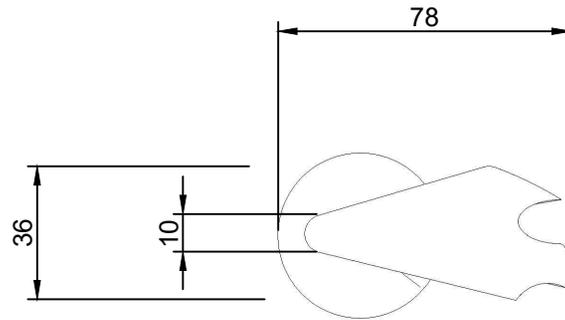


VISTA FRONTAL

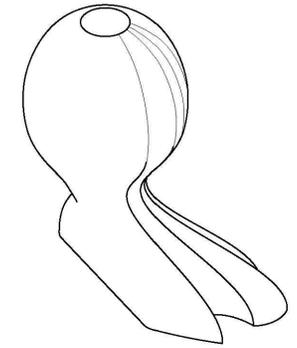


CORTE C-C
ESCALA (1:1)

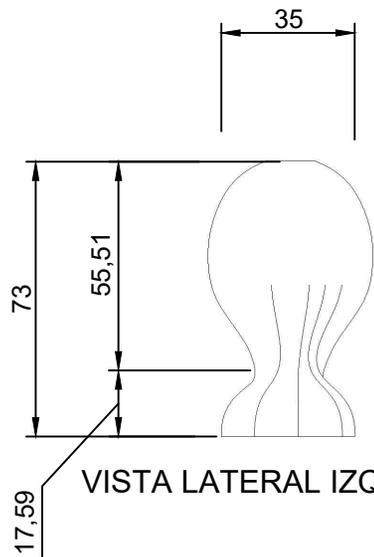
	CORTE DE PROPUESTA P1		
	DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL CALADO DE PLATA EN LA FABRICACIÓN DE JOYAS ARTESANALES		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑO POR SOFIA BEBER		
	ASESORA KENIA GUISELA HERNÁNDEZ VEGA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA EN MM	ESCALA 1:1	PLANO 67 5/14



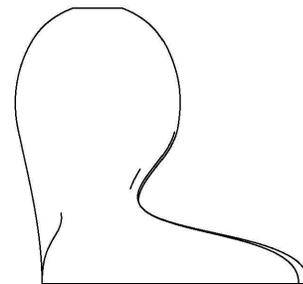
VISTA SUPERIOR



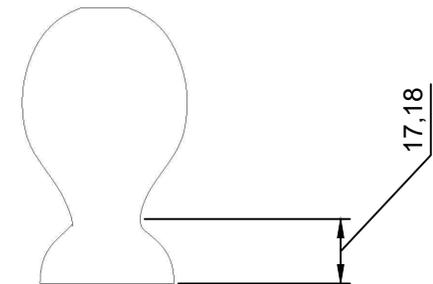
ISOMÉTRICA 30°/30°
ESC 1:2



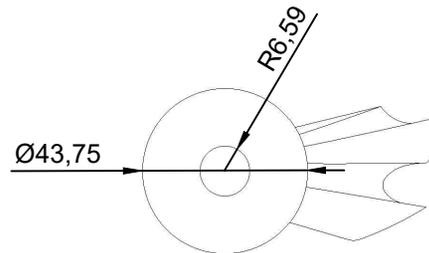
VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA FRONTAL

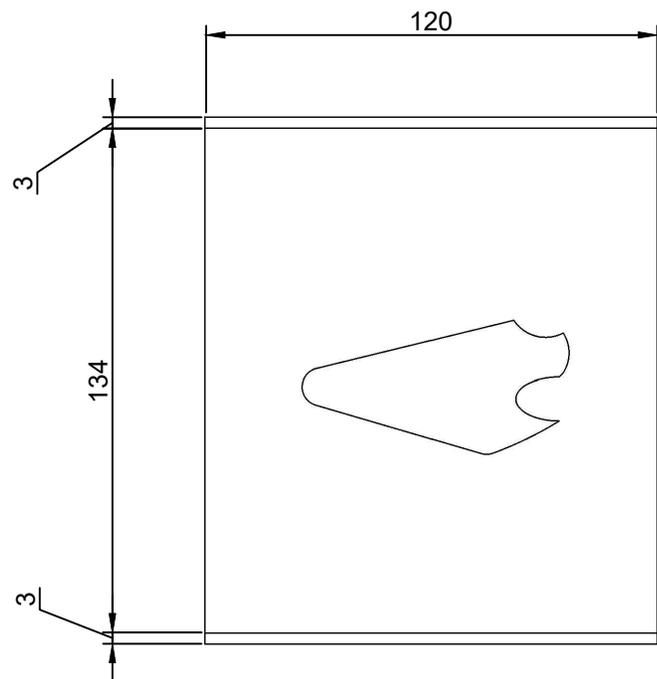


VISTA LATERAL DERECHA

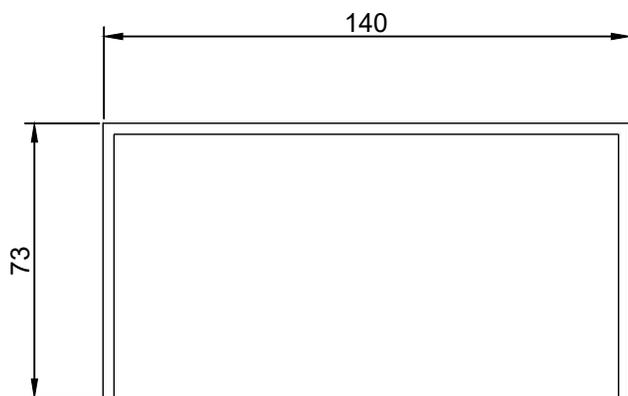


VISTA INFERIOR

	VISTAS GENERALES P1		
	DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL CALADO DE PLATA EN LA FABRICACIÓN DE JOYAS ARTESANALES		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑO POR SOFIA BEBER		
	ASESORA KENIA GUISELA HERNÁNDEZ VEGA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA EN MM	ESCALA 1:2	PLANO 68 6/14



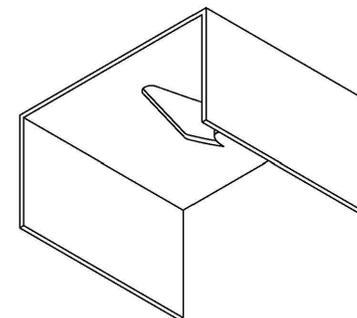
VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL IZQUIERDA



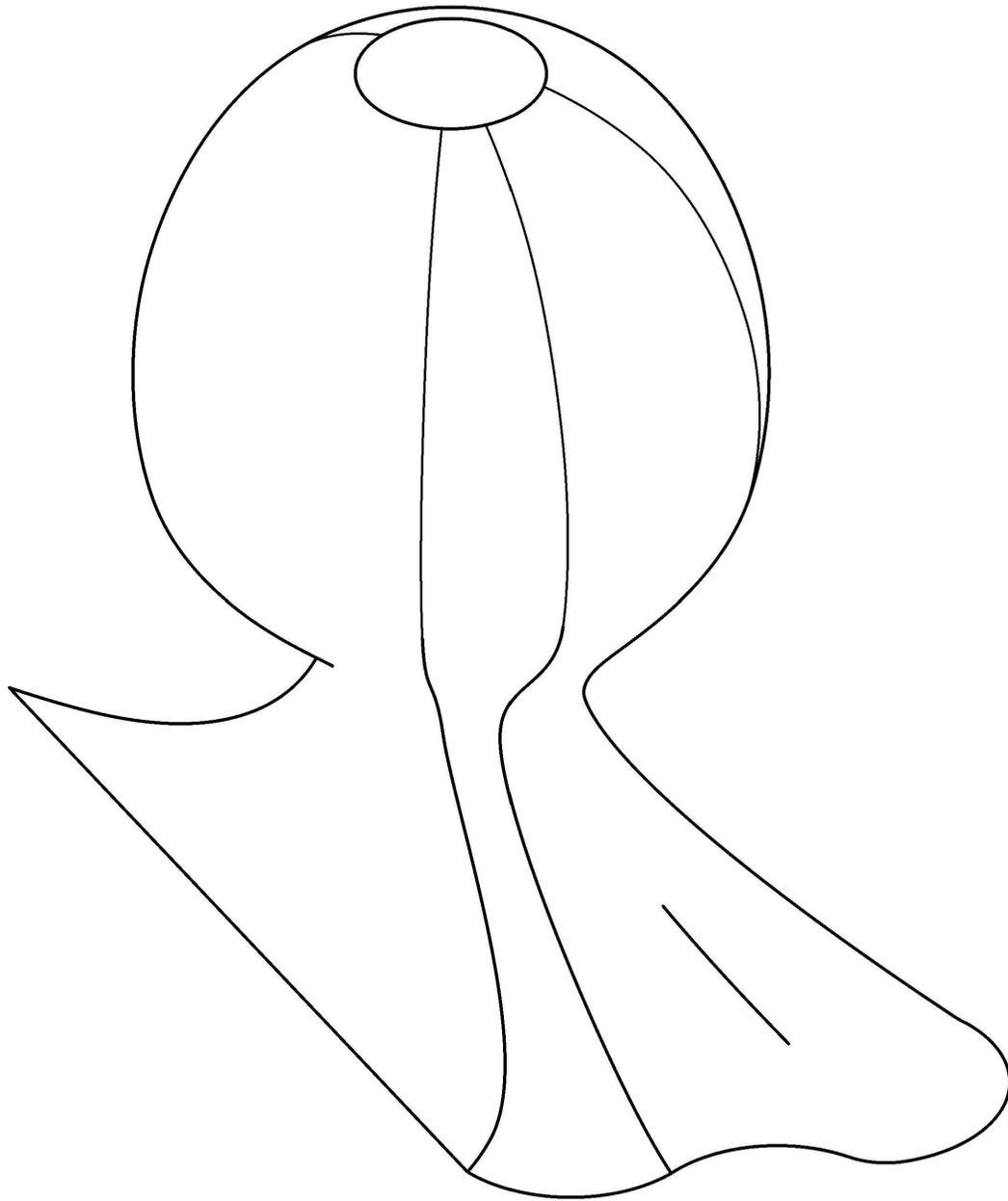
VISTA FRONTAL



ISOMÉTRICA 30°- 30°

ESC 1:4

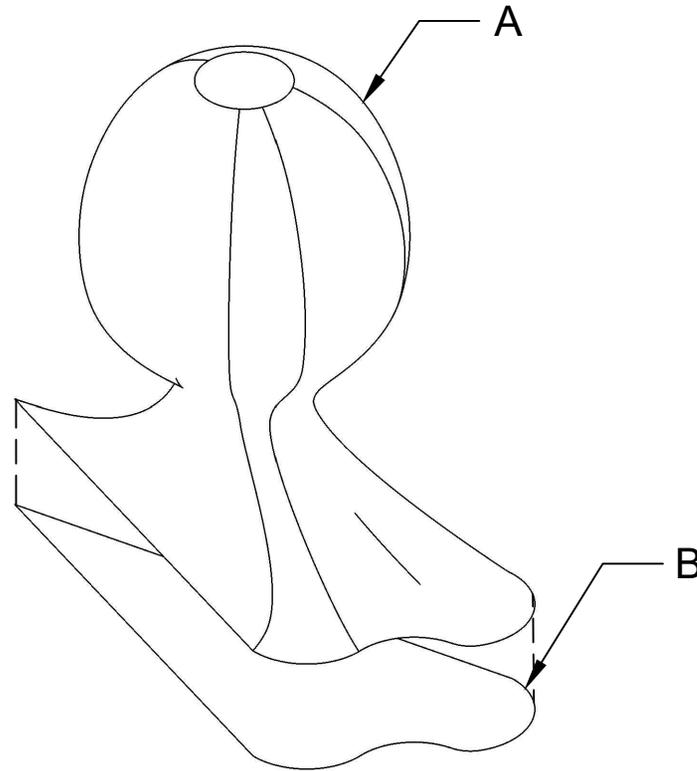
	VISTAS GENERALES MOLDE P1		
	DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL CALADO DE PLATA EN LA FABRICACIÓN DE JOYAS ARTESANALES		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑO POR SOFIA BEBER		
	ASESORA KENIA GUISELA HERNÁNDEZ VEGA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA MM	ESCALA 1:2	PLANO 69 7/14



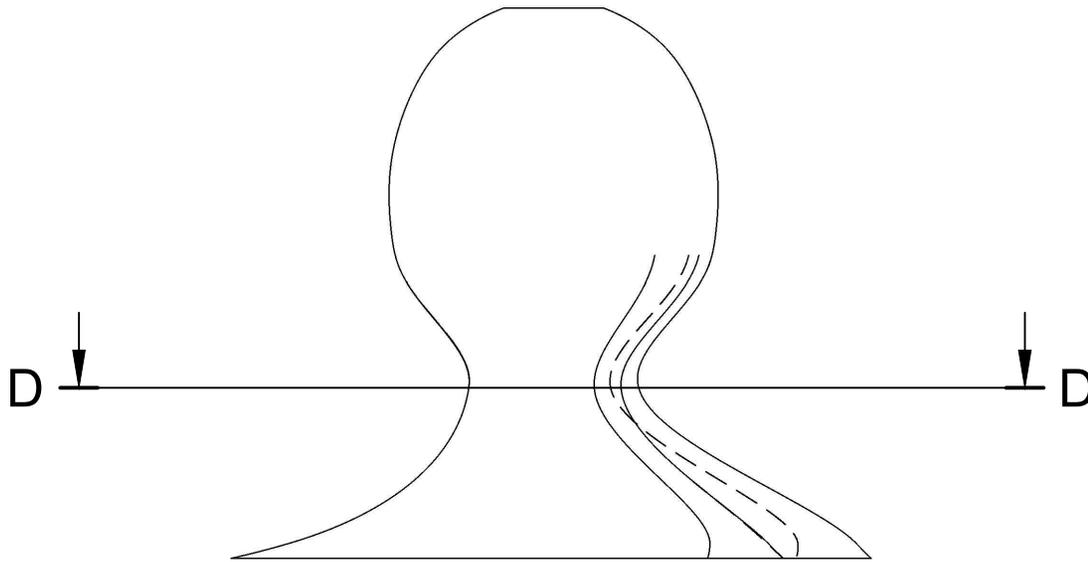
ISOMÉTRICA 30°/ 30°

	ISOMÉTRICA 30°- 30° P2		
	DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL CALADO DE PLATA EN LA FABRICACIÓN DE JOYAS ARTESANALES		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑO POR SOFIA BEBER		
	ASESORA KENIA GUISELA HERNÁNDEZ VEGA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA EN MM	ESCALA 1:1	PLANO 70 8/14

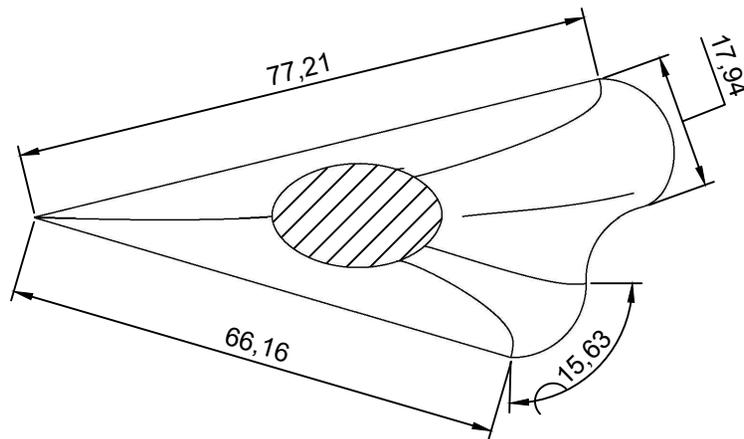
ITEM	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A	PARTE SUPERIOR	RESINA POLIESTER	1
B	BASE	SELLADOR ADHESIVO	1



	DESPIECE P2		
	DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL CALADO DE PLATA EN LA FABRICACIÓN DE JOYAS ARTESANALES		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑO POR SOFIA BEBER		
	ASESORA KENIA GUISELA HERNÁNDEZ VEGA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA EN MM	ESCALA 1:1	PLANO 71 9/14

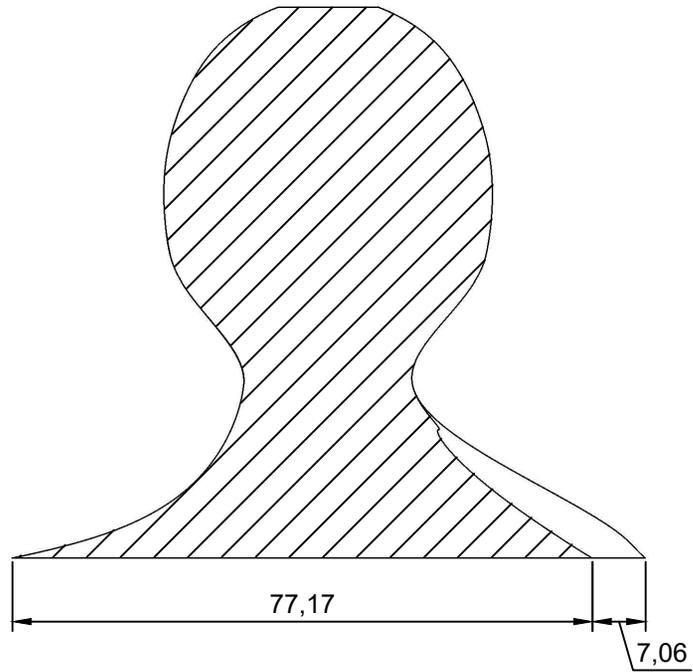


VISTA FRONTAL

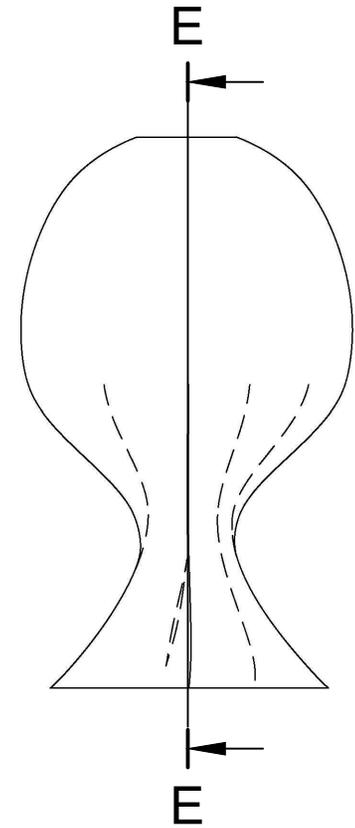


CORTE D-D
ESCALA (1:1)

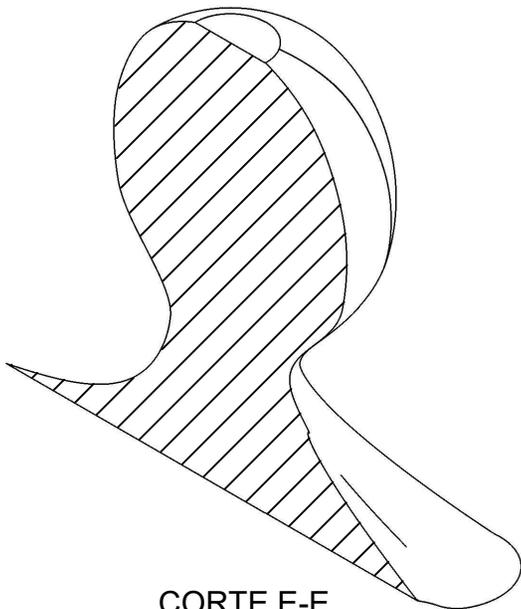
	CORTE DE PROPUESTA P2		
	DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL CALADO DE PLATA EN LA FABRICACIÓN DE JOYAS ARTESANALES		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑO POR SOFIA BEBER		
	ASESORA KENIA GUISELA HERNÁNDEZ VEGA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA EN MM	ESCALA 1:1	PLANO 72 10/14



CORTE E-E
ESCALA (1:1)



VISTA LATERAL DERECHA

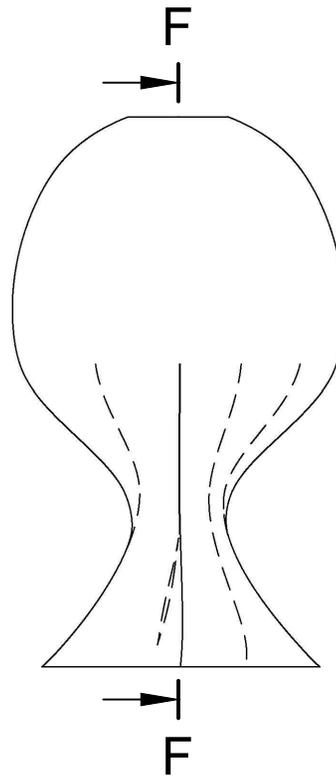


CORTE E-E

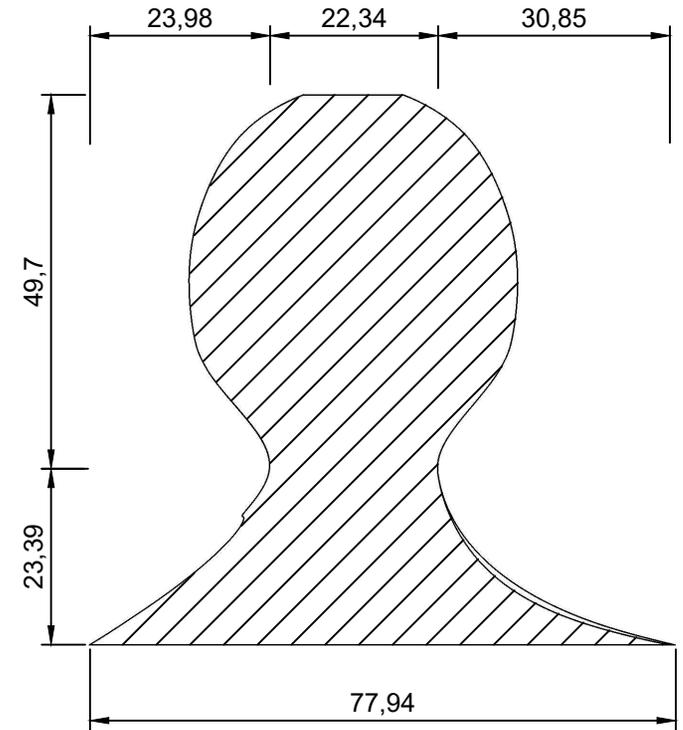
ISOMÉTRICA 30°/30°

ESC 1:1

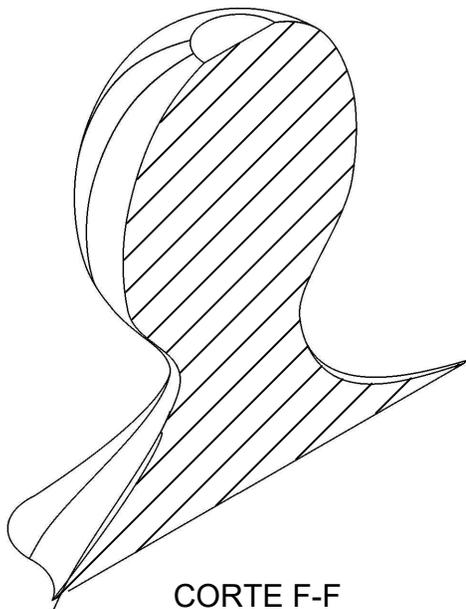
	<p>CORTE DE PROPUESTA P2</p>		
	<p>DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL CALADO DE PLATA EN LA FABRICACIÓN DE JOYAS ARTESANALES</p>		
<p>UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR</p>	<p>DISEÑO POR SOFIA BEBER</p>		
	<p>ASESORA KENIA GUISELA HERNÁNDEZ VEGA</p>		
<p>DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO</p>	<p>UNIDAD DE MEDIDA EN MM</p>	<p>ESCALA 1:1</p>	<p>PLANO 73 11/14</p>



VISTA LATERAL DERECHA

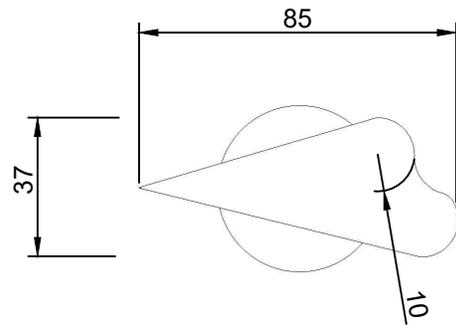


CORTE F-F
ESCALA (1:1)

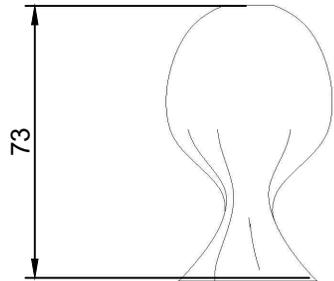


CORTE F-F
ISOMÉTRICA 30°/30°
ESC 1:1

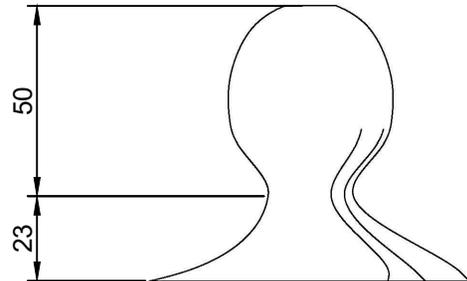
	CORTE DE PROPUESTA P2		
	DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL CALADO DE PLATA EN LA FABRICACIÓN DE JOYAS ARTESANALES		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑO POR SOFIA BEBER ASESORA KENIA GUISELA HERNÁNDEZ VEGA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA EN MM	ESCALA 1:1	PLANO 74 12/14



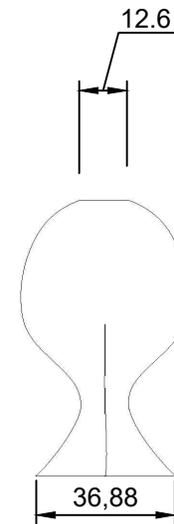
VISTA SUPERIOR



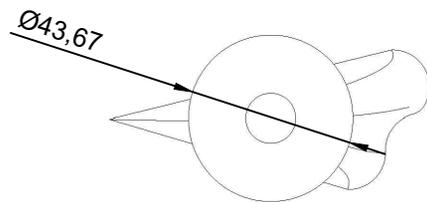
VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA FRONTAL

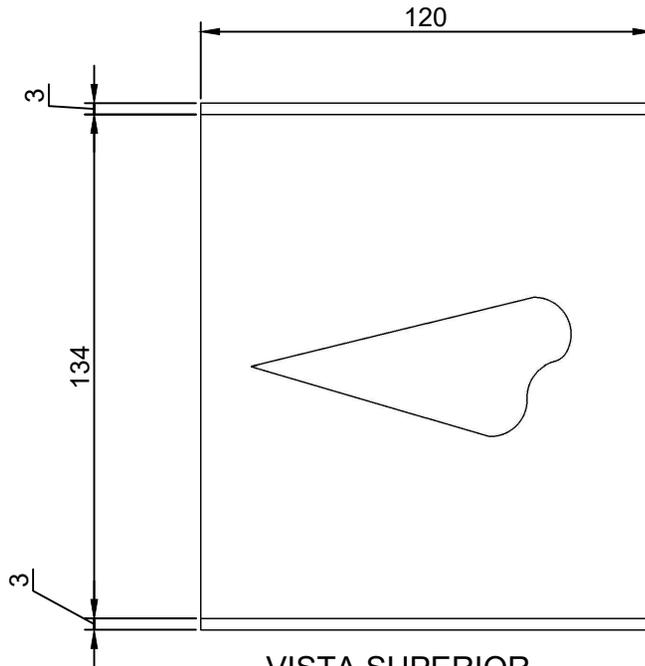


VISTA LATERAL DERECHA

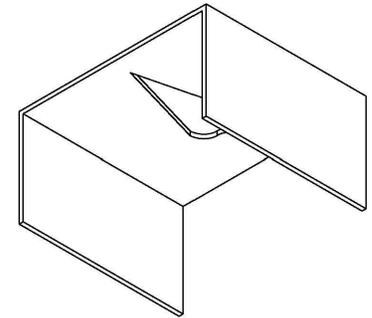


VISTA INFERIOR

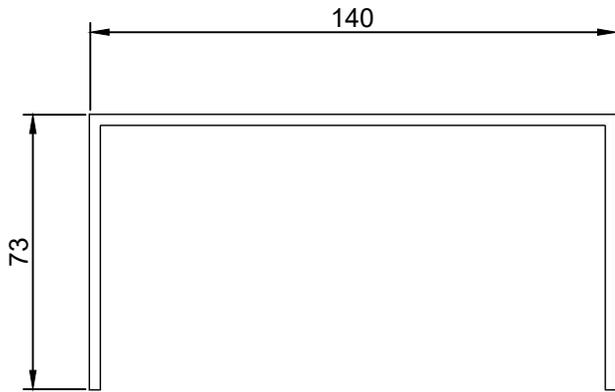
	VISTAS GENERALES P2		
	DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL CALADO DE PLATA EN LA FABRICACIÓN DE JOYAS ARTESANALES		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	DISEÑO POR SOFIA BEBER		
	ASESORA KENIA GUISELA HERNÁNDEZ VEGA		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA EN MM	ESCALA 1:2	PLANO 75 13/14



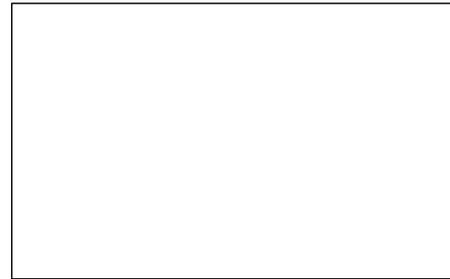
VISTA SUPERIOR



ISOMÉTRICA 30°- 30°
ESC 1:4



VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA FRONTAL



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDÍVAR

DISEÑO INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

VISTAS GENERALES MOLDE P2

DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL
CALADO DE PLATA EN LA FABRICACIÓN DE JOYAS ARTESANALES

DISEÑO POR SOFIA BEBER

ASESORA KENIA GUISELA HERNÁNDEZ VEGA

UNIDAD DE MEDIDA
EN MM

ESCALA
1:2

PLANO
76 14/14

9. Costos

Modelo de utilidad

El rol desempeñado como diseñadora en el desarrollo del proyecto es como emprendedora, ya que se identificó una necesidad dentro del ámbito laboral de los plateros de Guatemala, por lo tanto no existe ninguna herramienta que solucione los riesgos de salud laboral en el proceso de calado de plata.

Esta oportunidad de diseño detecta un nicho de mercado que necesita atención sobre las circunstancias con las que viven los artesanos actualmente, se benefician por medio de una herramienta de apoyo que soluciona las molestias en manos y brazos en el proceso mencionado anteriormente.

El rol de emprendedor es el ideal para promover la herramienta a muchos artesanos que sufren de estos dolores. Realizar este proyecto con el fin de ayudar a las antiguas y nuevas generaciones de artesanos, soluciona un problema que ha transcurrido por años en la producción de joyas artesanales.

Como emprendedora entre las responsabilidades que se requieren está el ofrecer un producto duradero. Se debe considerar que muchos artesanos no pueden invertir constantemente en herramientas o máquinas nuevas. Por lo tanto, el cliente debe ofrecer el producto a las nuevas generaciones, con el fin de evitar riesgos a futuro.

El tipo de cobro es por regalías, ya que la cantidad de piezas a elaborar es variable, ya que no todos los artesanos están dispuestos a invertir en una nueva herramienta, por lo tanto

se realizó el siguiente costeo, tomando en cuenta que ambas propuestas de diseño mantienen los mismos precios de producción.

Tablas de costeo

La elaboración de la herramienta de apoyo tiene una inversión inicial de Q323.99 con un costo individual de pieza a Q112.23, sacando un promedio de 200 piezas de resina por molde, lo cual son considerados como inversión inicial. Los materiales utilizados fueron divididos dentro de las 200 piezas que genera el molde.

Costo de materiales

Características	Precio unitario	Unidades	Subtotal	Subtotal sin IVA
Resina Polyester	Q 60.00	1	Q 60.00	Q53.57
Silicone	Q 0.66	1	Q 0.66	Q 0.59
Molde silicone para resina	Q 1.00	1	Q 1.00	Q 0.89
Molde 3D para silicone	Q 0.25	1	Q 0.25	Q 0.22
Tela con textura	Q 0.03	1	Q 0.03	Q 0.03
			TOTAL Q 61.94	Q 55.30

Tabla 18. Costo de materiales. Elaboración propia.

La producción de la pieza sólida de resina poliéster es elaborada por Fiberglass y Plásticos S.A, teniendo un costo de Q60.00 cada pieza de 78 mm x 73 mm.

Costo de mano de obra

Elemento	Precio unitario	Unidades	Subtotal	Subtotal sin IVA
Aplicación de silicón	Q 10.00	1	Q 10.00	Q 8.93
TOTAL			Q 10.00	Q 8.93

Tabla 19. Costo de mano de obra.
Elaboración propia.

La aplicación del sellador en la base se realizaría a mano, por lo tanto se estaría pagando Q10.00 la pieza. Debido a que su proceso puede variar por la cantidad de piezas, no se necesita un sueldo fijo. Además, el este proceso no es complicado de elaborar.

Sumatoria de costos

COSTEO	TOTAL SIN IVA
Materiales	Q 55.30
Mano obra (por proyecto)	Q 8.93
Mano obra (por unidad)	Q -
Subtotal 1	Q 64.23
Honorarios	Q 35.97
Subtotal 2	Q 100.20
IVA	Q 12.02
TOTAL	Q 112.23

Tabla 20. Sumatoria de costos. Elaboración propia.

El precio total de la herramienta es de Q112.23, pero considerando que en este proyecto se trabajó con 5 personas interesadas en aplicar este producto en el proceso de calado, el precio puede variar según la cantidad que se requiere.

COSTEO	TOTAL SIN IVA
Materiales	Q 224.84
Mano obra (por proyecto)	Q 44.64
Mano obra (por unidad)	Q -
Subtotal 1	Q 269.49
Honorarios	Q 150.91
Subtotal 2	Q 420.40
IVA	Q 50.45
TOTAL	Q 470.84

Tabla 21. Sumatoria de costos por 5 piezas. Elaboración propia.

Al trabajar con la empresa de Fiberglass y Plásticos S.A, al comprar 5 piezas se puede reducir el costo a Q50.00, esto quiere decir que cada pieza tiene un precio de Q94.00, por tanto es una ventaja para los artesanos y como se mencionó anteriormente, los moldes son considerados como inversión inicial.

10. Conclusiones y Recomendaciones

El proceso de calado en la producción de joyas en plata, resulta ser una actividad repetitiva en este ámbito laboral ya que durante muchos años los artesanos han realizado esta técnica de manera riesgosa para ellos y nuevas generaciones, la cual, con el tiempo puede llegar a generar artritis degenerativa en las interfalángicas distales y proximales por las posiciones que utilizan al sujetar piezas de plata en este proceso.

La falta de ingresos impide que el artesano invierta en nuevas máquinas que podrían llegar a eliminar el proceso de calado, pero además, la cultura e historia que hay detrás de esta técnica, la hace permanecer actualmente.

Al conocer detalladamente el proceso de calado se propone elaborar una herramienta de apoyo para el mismo, con el fin de que el usuario pueda seguir utilizando el proceso de calado pero con mayor seguridad laboral. Gracias a la investigación que se realizó en este proyecto y al análisis de productos existentes, se puede detectar que no existe una herramienta que fusione el problema ergonómico y seguridad del artesano.

Para comprender de mejor manera se jugó el papel del artesano, con el fin de comprender los movimientos, técnicas y padecimientos, siendo de mucha ayuda para el diseño del producto.

argu se distingue por ser una abstracción de las extremidades de los patos y ranas, lo cual aportó formas que la herramienta necesitaba obtener. Las bases de las propuestas finales,

permiten que el artesano introduzca la segueta y al mismo tiempo logra dar estabilidad al producto final.

Los materiales son los adecuados para trabajar en el proceso de calado ya que la base, siendo está la más importante, ayuda a que la pieza de plata no deslice sobre ella, la cual se recomienda que al momento de dicho proceso, se limpie la base por medio de un papel seco, ya que el agua con jabón puede llegar a despegarla.

La implementación de esta herramienta requiere que el artesano tenga una inducción de cómo funciona adecuadamente, ya que por haber trabajado años con el mismo proceso, los usuarios tienen como instinto utilizar la herramienta de la misma manera como cuando sujetan la pieza de plata a mano.

II. Referencias bibliográficas

- Antigua, A. (s.f.). AroundAntigua. Obtenido de <https://aroundantigua.com/antigua/2013/06/17/artesantias-guatemaltecas/>
- Codina, C. (s.f.).
La Joyería. España.
- Company, F. G. (2018). Molden Fiber Glass. Retrieved from <http://www.moldedfiberglass.com/materials/polyester-resins>
- Continental, F. G. (2014, Enero). Revista Galería No. 45 "Joyería Guatemalteca". Retrieved from https://issuu.com/ximenachapero/docs/galeria_45
- Curiosfera. (s.f.).
Obtenido de <http://www.curiosfera.com/como-es-el-pato-caracteristicas/>
- DrTango, I. (5 de abril de 2018). MedlinePlus.
Obtenido de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003206.htm>
- Guatemala, O. M. (2015). Sistema Nacional de Información MIPYME Guatemala. Obtenido de http://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/Comunicacion%20Social/sistema_nacional_de_informacion_mipyme_guatemala_ano_base_2015.pdf
- Minas, D. G.-M. (s.f.). Estudio de Mercado. Obtenido de https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2012/05/7.7_CAPITULO_VII_Estudio_de_Mercado_Pachalum_Joyabaj.pdf
- Montalvo, D. C. (s.f.). Osteoartritis. Obtenido de http://www.facmed.unam.mx/sms/temas/2010/06_jun_2k10.pdf
- Moreira, S. (s.f.). Apoyo a la Comercialización de Artesanías en Guatemala. Obtenido de <http://www4.congreso.gob.pe/comisiones/1999/microempresa/publica/p05/p18.html>
- Nacionales, C. d. (Mayo de 2010). Micro, Pequeñas y Medianas Empresas en Guatemala. Obtenido de http://www.mejoremosguate.org/cms/content/files/diagnosticos/economicos/Lineamientos_PYMES_05-05-2011.pdf
- Palala, G. M. (21 de Agosto de 2016). ASOPYME. Obtenido de Artesanías guatemaltecas: <http://asopyme.org/sitiox1/artesantias-guatemaltecas/>
- Rojo, S. (11 de Julio de 2013). Mascotea. Obtenido de <http://www.mascotea.net/es/blog/2013/07/11/que-tienen-de-especial-los-dedos-de-las-ranas>
- Salud, O. M. (Noviembre de 2017). Protección de la salud de los trabajadores. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs389/es/>
- Social, M. d. (23 de Julio de 2014). Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional. Obtenido de http://www.igssgt.org/ley_acceso_info/pdf/pdf2014/inciso6/acdo_229_2014.pdf

12. Anexos

Link de video para validaciones

Validación Platería Susi

<https://youtu.be/emhhTdJZaR8>

Validación Rafael Flores

<https://www.youtube.com/watch?v=o5NCLx7ztRE&t=9s>

Link para más videos y validaciones individuales

<https://photos.app.goo.gl/iVxzRB4TxW2cfqEw8>