



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

## **ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL**

### **Tema:**

“PRÓTESIS DE MANO CON MUTILACIÓN PARCIAL PARA EL  
DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE PASTELERÍA”

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniera  
en Diseño Industrial**

### **Línea de investigación:**

Morfología, Tendencias, Normativas y/o Gestión de Diseño y Aplicaciones

### **Autora:**

CARLA ANDREA ALVAREZ TOSCANO

### **Director:**

SANTIAGO ALEJANDRO ACURIO MALDONADO, ING. Mg.

**Ambato- Ecuador**

**Abril 2019**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE  
AMBATO**

**HOJA DE APROBACIÓN**

**Tema:**

**“PRÓTESIS DE MANO CON MUTILACIÓN PARCIAL PARA EL  
DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE PASTELERÍA”**

**Línea de Investigación:**

Morfología, Tendencias, Normativas y/o Gestión de Diseño y Aplicaciones

**Autor:**

CARLA ANDREA ALVAREZ TOSCANO



BIBLIOTECA

Santiago Alejandro Acurio Maldonado, Ing. Mg.

**CALIFICADOR**

f. 

Daniel Marcelo Acurio Maldonado, Ing. Mg.

**CALIFICADOR**

f. 

Francisco Javier Echeverría Tamayo, Ing. Mg.

**CALIFICADOR**

f. 

Gabriel Alejandro Núñez Escobar, Ing. Mg.

**DIRECTOR ESCUELA DE  
DISEÑO INDUSTRIAL**

f. 

Hugo Rogelio Altamirano Villarroel Dr.

**SECRETARIO GENERAL PUCESA**

f.    
SECRETARÍA GENERAL  
PROCURADURÍA

**Ambato - Ecuador**

**Abril 2019**

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **CARLA ANDREA ALVAREZ TOSCANO** con **CC. 050398399-1**, autora del trabajo de graduación intitulado: "PRÓTESIS DE MANO CON MUTILACIÓN PARCIAL PARA EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE PASTELERÍA", previa a la obtención del título profesional de **INGENIERA EN DISEÑO INDUSTRIAL** en la escuela de **INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL**.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ambato, abril 2019



**Carla Andrea Alvarez Toscano**

**CC. 0503983991**



## DEDICATORIA

A:

Dios, por estar conmigo en cada paso que doy y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte.

Mis padres, Carlos y Rosa por el gran esfuerzo que hicieron y hacen cada día por mí. Mi hermana Silvana, mi sobrina Danna y mi prima Angelita por su compañía y consejo

A mi mejor amigo y compañero de vida, por creer siempre en mí e impulsarme a vencer mis miedos. Mis amigas, Adriana, Anabel e Isabel, por compartir los buenos y malos momentos, con su gran apoyo han hecho posible este logro.

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad el diseño y construcción de una prótesis de mano con mutilación parcial para el desarrollo de actividades de pastelería, orientado a ayudar al paciente a realizar su trabajo de manera óptima y mejorar así su salud física, mental y su entorno social. Las herramientas metodológicas que se usaron durante el trabajo fueron fichas de observación, entrevistas al usuario y a médicos especialistas, con el propósito de conocer el contexto en donde se desarrolla el paciente, actividades que realiza, herramientas que usa en su trabajo, así como, las características específicas de su amputación y establecer el procedimiento idóneo para resolver su situación. En el proyecto se determinan materiales adecuados, mecanismos de sujeción, proceso de fabricación entre otras características relevantes que cubran las necesidades particulares del usuario. Todos estos aspectos se los refleja en la propuesta final, la prótesis construida, enfocada siempre en el avance del conocimiento dentro de los campos del diseño y de las prótesis.

**Palabras clave:** prótesis, mutilación parcial, actividades de pastelería, diseño.

## **ABSTRACT**

The aim of this project is the design and construction of a prosthetic hand with partial mutilation to carry out activities of baking. It seeks to help a patient do their work optimally, thus improving their physical, mental and social environment. The methodological tools that were used in the study were observation sheets and interviews with users and medical specialists in order to understand the context in which the patient works, the activities that are carried out, the tools that are used in their work, as well as specific characteristics of their amputation. It also establishes the ideal procedure to solve their situation. The project determines appropriate materials, fastening mechanisms, manufacturing processes and other relevant characteristics that meet the particular user's needs. All these aspects are reflected in the final proposal and the built prosthesis, always focused on the advancement in knowledge in the fields of design and prostheses.

**Keywords:** prosthesis, partial mutilation, baking activities, design.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### PRELIMINARES

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	x
CAPÍTULO I.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Delimitación de contenidos.....	2
1.3. Preguntas básicas.....	2
1.4. Formulación de la meta.....	3
1.5. Justificación.....	3
1.6. Objetivos.....	4
1.7. Variables.....	4
CAPITULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Definiciones y conceptos.....	5
2.1.1. Panadería y pastelería.....	5
2.1.2. Prótesis de mano.....	14

2.2. Estado del arte .....	42
CAPÍTULO III.....	47
3. METODOLOGÍA.....	47
3.1. Enfoque de la Investigación.....	47
3.2. Modalidad básica de investigación .....	48
3.3. Grupo de estudio .....	48
3.3.1. Técnicas e instrumentos .....	49
3.4. Análisis e interpretación de resultados .....	66
3.4.1. Análisis de la entrevista con el especialista.....	66
3.4.2. Análisis de la entrevista al usuario .....	67
3.5. Conclusiones de resultados.....	67
CAPÍTULO IV .....	69
4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	69
4.1. Objetivo/ o tema y datos informativos .....	69
4.2. Antecedentes y justificación.....	69
4.3. Proceso de diseño.....	70
4.3.1. Marca.....	70
4.3.2. Metodología de diseño .....	74
4.4. Representación técnica .....	90
4.5. Prototipo virtual.....	110
4.6. Análisis de costos .....	113

4.7. Evaluación preliminar .....	113
CAPÍTULO V .....	116
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	116
5.1. Conclusiones .....	116
5.2. Recomendaciones .....	117
BIBLIOGRAFIA.....	118
ANEXOS .....	123

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

### Imágenes

Imagen 2.1: Engrasado de moldes .....	8
Imagen 2.2: Tamizado .....	8
Imagen 2.3: Batido.....	9
Imagen 2.4: Mezclado .....	9
Imagen 2.5: Cocción .....	10
Imagen 2.6: Decoración.....	10
Imagen 2.7: Horno de pastelería.....	11
Imagen 2.8: Molde de tarta o biscocho .....	12
Imagen 2.9: Batidor manual.....	12
Imagen 2.10: Brochas para engrasar.....	12
Imagen 2.11: Prótesis estéticas .....	16
Imagen 2.12: Prótesis eléctrica.....	17
Imagen 2.13: Prótesis hidráulica.....	17
Imagen 2.14: Prótesis híbrida .....	18
Imagen 2.15: Prótesis mioeléctrica .....	19
Imagen 2.16: Resina epoxi y catalizador .....	21
Imagen 2.17: Cuero Tinturado .....	25
Imagen 2.18: Esquema general del sistema de moldeo por inyección .....	26
Imagen 2.19: Impresora 3D .....	27
Imagen 2.20: Tipos de pasadores.....	28
Imagen 2.21: Articulaciones y huesos de la mano .....	29
Imagen 2.22: Posición neutra .....	30

Imagen 2.23: Arco longitudinal .....	31
Imagen 2.24: Arco transversal .....	31
Imagen 2.25: Arco oblicuo .....	31
Imagen 2.26: Agarre de fuerza .....	32
Imagen 2.27: Presa de pinza .....	33
Imagen 2.28: Prensión por oposición subterminal .....	33
Imagen 2.29: Prensión por oposición subterminolateral.....	34
Imagen 2.30: Prensión bidigital.....	34
Imagen 2.31: Presa digitopalmar .....	35
Imagen 2.32: Presa palmar con la totalidad de la mano .....	36
Imagen 2.33: Presa palmar cilíndrica.....	36
Imagen 2.34: Presa palmar esférica .....	37
Imagen 2.35: Presa palmar esférica tridigital .....	37
Imagen 2.36: Presa centrada.....	38
Imagen 2.37: Presa contra gravedad.....	38
Imagen 2.38: Manos en posición de cuchara.....	39
Imagen 2.39: Prensa con acción.....	39
Imagen 2.40: Aproximación y separación de los dedos .....	40
Imagen 2.41: Convergencia de los dedos en puño recto .....	41
Imagen 4.1: Isologo Protofinger .....	70
Imagen 4.2: Inspiración para el isologo.....	71
Imagen 4.3: Cromática Protofinger .....	71
Imagen 4.4: Tipografía Protofinger .....	72
Imagen 4.5: Retícula Protofinger .....	72
Imagen 4.6: Negativo y positivo .....	73

Imagen 4.7: Usos permitidos .....	73
Imagen 4.8: Usos prohibidos .....	74
Imagen 4.9: Moadboard cromática .....	79
Imagen 4.10: Morfología .....	80
Imagen 4.11: Bocetos Prótesis Mioeléctrica .....	81
Imagen 4.12: Bocetos guantes .....	82
Imagen 4.13: Bocetos guante semi cerrado.....	83
Imagen 4.14: Herramientas de la prótesis .....	84
Imagen 4.15: Proceso cromático .....	86
Imagen 4.16: Cobertor de dedos .....	88
Imagen 4.17: Pieza Antebrazo.....	88
Imagen 4.18: Herramientas de la prótesis .....	89
Imagen 4.19: Montaje de la prótesis .....	89
Imagen 4.20: Prótesis con accesorios .....	110
Imagen 4.21: Prótesis con herramienta paleta.....	110
Imagen 4.22: Prótesis con herramienta batidor.....	111
Imagen 4.23: Prótesis con herramienta tamiz .....	111
Imagen 4.24: Prótesis con herramienta brocha.....	112
Imagen 4.25: Prótesis con herramienta espátula .....	112
Imagen 4.26: Construcción prótesis.....	129
Imagen 4.27: Piezas construidas .....	130

## Tablas

Tabla 2.1: Propiedades mecánicas del Aluminio.....	20
Tabla 2.2: Propiedades mecánicas del Titanio.....	20
Tabla 2.3: Propiedades generales de las resinas comerciales Epoxi.....	21
Tabla 2.4: Propiedades más importantes de los polipropilenos isostáticos ..	22
Tabla 2.5: Propiedades generales de la Silicona VMQ comercial .....	23
Tabla 2.6: Propiedades del PLA .....	24
Tabla 2.7: Propiedades físicas y químicas del cuero .....	24
Tabla 2.8: Medidas anatómicas de la mano, datos obtenidos de hombres de entre 20 a 30 años.....	42
Tabla 2.9: Medidas anatómicas de la mano, datos obtenidos de mujeres de entre 20 a 30 años.....	42
Tabla 4.1: Requerimientos y necesidades generales .....	76
Tabla 4.2: Necesidades y requerimientos por actividad. Primera parte.....	77
Tabla 4.3: Necesidades y requerimientos por actividad. Segunda parte .....	78
Tabla 4.4: Materiales Seleccionados para la construcción de la prótesis .....	87
Tabla 4.5: Análisis de costos .....	113

## Fichas de Observación

Ficha de observación 3.3.1: Ficha de observación al usuario .....	56
Ficha de observación 3.3.2: Preparación de moldes.....	57
Ficha de observación 3.3.3: Tamizado .....	58
Ficha de observación 3.3.4: Batido .....	59
Ficha de observación 3.3.5: Mezclado.....	60

Ficha de observación 3.3.6: Decoración .....	61
Ficha de observación 3.3.7: Herramientas que intervienen en el proceso:	
Paletas .....	62
Ficha de observación 3.3.8: Herramientas que interfieren en el proceso:	
Batidor manual .....	63
Ficha de observación 3.3.9: Herramientas que interfieren en el proceso:	
Tamiz.....	64
Ficha de observación 3.3.10: Herramientas que interfieren en el proceso:	
Brochas .....	65
Ficha de observación 3.3.11: Herramientas que interfieren en el proceso:	
Espátula para decorar .....	66

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción del problema

El principal problema que se encuentra en torno a la pérdida de parcial de miembros de la mano, es el no poder realizar actividades motrices de manera autónoma; específicamente en el proceso de pastelería, algunas de las actividades son: batir, mezclar, entre otras. Las consecuencias físicas de este problema son dificultad al realizar dichas actividades, dolor en el miembro afectado, debilidad; en tanto que, las consecuencias psicológicas son frustración, depresión, cambios de humor y del estilo de vida.

El no poseer una prótesis ya sea por la escasez de recursos económicos o por la incomodidad que generan, produce un bajo nivel productivo que puede ocasionar que no se mantenga una actividad laboral.

Además, la inexistencia de instrumentos adaptables a la amputación que ayuden a la inclusión de las personas con discapacidad física provoca que los pacientes deban adaptarse a objetos que existen en el mercado y que no cumplen con requerimientos de confort, causa dolor y contracturas en los músculos y extensiones del miembro perdido, desequilibrio emocional, entre otros. Por las causas y efectos generados por este problema, la investigación que se realiza es de suma importancia.

## 1.2. Delimitación de contenidos

**Campo:** Diseño Industrial

**Área:** Diseño de Objetos

**Aspecto:** Desarrollo de prótesis de mano

**Delimitación temporal:**

**Delimitación espacial:** Se desarrollará en la ciudad de Latacunga.

## 1.3. Preguntas básicas

**¿Cómo aparece el problema que se pretende solucionar?**

Aparece con fatiga muscular asociada a las actividades laborales que realiza.

**¿Por qué se origina?**

Por la amputación parcial de la mano que tiene la persona.

**¿Qué lo origina?**

No aplica

**¿Cuándo se origina?**

No aplica

**¿Dónde se origina?**

No aplica

## **¿Dónde se detecta?**

Panadería y Pastelería "ROSITA" en la ciudad de Latacunga

### **1.4. Formulación de la meta**

Mejorar las condiciones de trabajo de la persona con el diseño y construcción de la prótesis

### **1.5. Justificación**

La siguiente investigación tiene como principal beneficiario al Señor Carlos Alvarez, quien hace unos años sufrió un accidente en donde perdió parte de los dedos de su mano derecha. Dicho suceso ha acarreado consigo problemas físicos como dolor y lesiones en los músculos; y psicológicos como ansiedad, irritabilidad y depresión, afectando su vida personal y su desempeño profesional.

Este proyecto busca mejorar la situación laboral del paciente, ofreciéndole una herramienta confortable que se adapte a las nuevas necesidades provocadas por su situación, que se acople a su amputación de una manera adecuada, proporcionando movilidad y ligereza al realizar sus actividades.

El estudio es factible ya que se cuenta con los recursos materiales, tecnológicos y bibliográficos necesarios para efectuarlos; además se busca que los resultados obtenidos permitan replicar este estudio en un sector más amplio y beneficiar a muchas más personas.

## **1.6. Objetivos**

### **Objetivo general**

Desarrollar una prótesis de mano con mutilación parcial para el desarrollo de actividades de pastelería.

### **Objetivos específicos**

- Recolectar información acerca de las prótesis de mano y mutilaciones parciales para el análisis del contexto del proyecto.
- Determinar las actividades, recursos y herramientas utilizadas en la actividad pastelera, para la adaptación de la prótesis.
- Plantear una propuesta de prótesis de mano con mutilación parcial para el desarrollo de actividades de pastelería.

## **1.7. Variables**

### **Variable independiente**

Actividades de pastelería

### **Variable dependiente**

Prótesis de mano

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Definiciones y conceptos**

##### **2.1.1. Panadería y pastelería**

Una de las industrias más antiguas del mundo es la panificadora, que se encarga por lo regular de procesar harinas de trigo, para luego cocerlas en un horno (Buendía, 2016). Gracias a un error, los egipcios descubrieron los beneficios que tiene la levadura y empezaron a usarla en el pan, obteniendo un producto con más textura y mejor sabor.

Al hablar de panadería no solo nos referimos a la actividad en sí, sino que también al lugar en donde se expenden este tipo de productos (Instituto Nacional de Economía Social de México, 1996). Por tanto, el Diccionario de la Real Academia Española (2014) menciona que la pastelería y repostería es el establecimiento en donde se hacen y venden dulces, pastas, fiambres, embutidos y algunas bebidas.

##### **2.1.1.1. Áreas de trabajo**

En el lugar en donde se desarrollan las actividades de panadería y pastelería es necesario tener en cuenta ciertos parámetros de infraestructura, higiene y sanidad que garanticen la calidad de los productos (Polo y Sastre, 2014). Es por esto que la correcta distribución de las zonas de trabajo optimizará tiempo y esfuerzos. Estas áreas serán amplias y deberán estar ubicadas

estratégicamente con el fin de no interrumpir las actividades del resto de espacios.

Polo y Sastre (2014) afirman:

Aunque puede variar según el tipo de establecimiento, las elaboraciones específicas o el tamaño de este, en un local de producción de pastelería deben identificarse fácilmente las siguientes áreas:

- Obrador (zona de producción).
- Zona de horno.
- Almacén de materias primas.
- Almacén de envases y embalajes.
- Almacén de productos finales.
- Almacén de productos de limpieza y mantenimiento.
- Cámaras de conservación.
- Aseos y vestuario.

Para una mejor organización del lugar de trabajo, se debe percibir claramente la mayoría de estas áreas, dependiendo del tamaño del local y de su producción.

Además, Buendía (2016) recomienda que los pisos sean de un material antideslizante, no poroso para evitar la acumulación de gérmenes y que su limpieza sea sencilla. Las paredes, techos y puertas pueden estar recubiertas

de un material que permita la fácil desinfección, colores claros y texturas lisas para evitar el depósito de polvo en estas superficies. Las ventanas deben estar protegidas por mallas para mantener limpio el ambiente dentro del área de producción.

El Ministerio de Salud Pública del Ecuador (2015) menciona que los equipos y utensilios deben estar "...construidos con materiales tales que sus superficies de contacto no transmitan sustancias tóxicas, olores ni sabores, ni reaccionen con los ingredientes o materiales que intervengan en el proceso de fabricación" (pag. 29). Es importante destacar que el uso de materiales tóxicos puede afectar gravemente la salud de los consumidores, por tal razón se deben adquirir equipos que tengan garantía y todos los sellos de seguridad.

#### **2.1.1.2. Procesos productivos de la pastelería**

Para el proceso productivo de pastelería se necesitan seguir algunas operaciones como las que se van a enumerar a continuación:

##### **2.1.1.2.1. Preparación de moldes**

Junto con la preparación de las masas se debe engrasar los moldes con una pequeña cantidad de manteca o margarina y harina, esto se lo hace para evitar que la mezcla se pegue al molde en el proceso de horneado. (Instituto Nacional de Economía Social de México, 1996).

En el caso que las preparaciones sean extendidas sobre una lata, se puede usar papel engrasado o tapetes de silicona. (Marín & Cárdenas, 2013). Seguir estos consejos ayuda a que los productos tengan un mejor acabado para su posterior decoración.

**Imagen 2.1: Engrasado de moldes**



Fuente: WikiHow. (s.f.).

#### **2.1.1.2.2. Tamizado**

Se lo considera importante porque se eliminan impurezas que pueden existir en las materias primas (Marín & Cárdenas, 2013). Si este proceso se lo realiza correctamente, se obtiene una mejor integración de las harinas.

**Imagen 2.2: Tamizado**



Fuente: Enciclopedia de Ejemplos (2017).

### 2.1.1.2.3. Batido

El batido es la unión de uno o varios ingredientes y su principal objetivo es cambiar la textura o consistencia de los mismos, incorporándoles aire y obteniendo una mezcla con más volumen y cuerpo, utilizando un batidor manual o eléctrico; estos últimos incluyen varillas de distintas formas (Marín & Cárdenas, 2013).

Imagen 2.3: Batido



Fuente: Marín C. & Cárdenas Y. (2013).

### 2.1.1.2.4. Mezclado

Esta operación tiene la función de mezclar los ingredientes sin agregar aire, utilizando espátulas con movimientos envolventes tratando de integrar todas las preparaciones a la mezcla de una manera uniforme (Marín & Cárdenas, 2013).

Imagen 2.4: Mezclado



Fuente: Marín C. & Cárdenas Y. (2013).

### 2.1.1.2.5. Cocción

Marín & Cárdenas (2000) establece que la cocción es el proceso de transformación de la preparación para que sea apta para el consumo, por medio del calor que genere alguna fuente. Después de este proceso los productos están listos para ser comercializados, aunque algunos necesitan de decorados, cortes y empaques.

Imagen 2.5: Cocción



Fuente: WikiHow. (s.f.).

### 2.1.1.2.6. Decoración

Bravo (s.f.) menciona: “Se denomina elementos decorativos a los productos que ornamentan las piezas de pastelería” (s.p.). Se lo realiza para dar una mejor apariencia en ciertas preparaciones, agregándoles un sabor y textura adicional, utilizando algunas herramientas como espátulas, mangas pasteleras, entre otras.

Imagen 2.6: Decoración



Fuente: WikiHow. (s.f.).

### **2.1.1.3. Equipos para pastelería**

Existen equipos, herramientas o utensilios que son indispensables para realizar las actividades de panadería y pastelería, por ejemplo:

#### **2.1.1.3.1. Hornos**

En el mercado podemos encontrar hornos de leña, que son los más antiguos y básicos; los hornos giratorios que por su acción giratoria ofrece uniformidad de cocción en los productos; el horno modular de pastelería cuya característica especial es tener varias cámaras independientes en donde se puede controlar la temperatura (Armendáriz, 2010).

**Imagen 2.7: Horno de pastelería**



Fuente: Armendáriz, J. (2010)

### **2.1.1.4. Herramientas para pastelería**

#### **2.1.1.4.1. Moldes**

Buendía (2016) indica que los moldes se usan para dar forma a la masa de tortas, biscochos, pies, entre otros; su forma y altura pueden variar dependiendo del producto que se vaya a elaborar, existen moldes de distintos materiales como aluminio, acero inoxidable, silicona, entre otros.

**Imagen 2.8: Molde de tarta o biscocho**

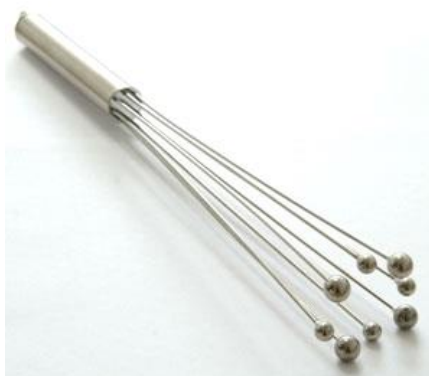


Fuente: Buendia, M. (2016)

#### **2.1.1.4.2. Varilla o batidor**

Es una herramienta manual que se usa para mezclar, batir, dar volumen a los ingredientes, fabricados en acero inoxidable con mangos de distintos materiales y modelos de agarre (Dómenech, 2014).

**Imagen 2.9: Batidor manual**



Fuente: Cousin Store (s.f.).

#### **2.1.1.4.3. Brochas**

Se las utiliza para untar el barniz a las piezas que serán cocidas, esto le dará una capa de brillo al finalizar el proceso. Estos utensilios deben ser higienizados correctamente y evitar la proliferación de bacterias (Buendía, 2016).

**Imagen 2.10: Brochas para engrasar**



Fuente: WikiHow. (s.f.)

#### **2.1.1.5. Riesgo laboral en la pastelería**

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2013) menciona que en el sector de panadería y pastelería se corren algunos riesgos relacionados con las actividades repetitivas que realiza el operario, la posición en la que se encuentra, la mayor parte del tiempo de pie, la carga que transporta, las horas de trabajo y la maquinaria y herramientas que manipula. Lo que conlleva a que el trabajador presente lesiones y contracturas musculares, fatiga, dolor y accidentes relacionados con el uso de maquinaria sin las seguridades que se requieren.

Ya que la panificación en su mayoría sigue un proceso artesanal, es muy común que sus trabajadores se vean afectados con este tipo de padecimientos. Como consiguiente se han tomado ciertas medidas para reducir el número de afectados, proponiendo una guía de seguridad y ergonomía que las industrias deben seguir como usar maquinaria y herramientas adecuadas, adecuar el área de trabajo para las actividades que se realicen en el establecimiento, capacitar a los trabajadores constantemente, definir horarios de labores y descansos de manera correcta y de esta manera prevenir riesgos y pérdidas para la industria.

### **2.1.2. Prótesis de mano**

Según la RAE (2014) la prótesis es un objeto o dispositivo que se acopla a una parte del cuerpo que se ha perdido, puede ser funcional o solo estética. La prótesis “Se utiliza para que una persona compense la pérdida de una parte de su cuerpo” (American Orthopaedic Foot & Ankle Society, 2017). El perder un miembro del cuerpo causa una deficiencia en la realización de las actividades cotidianas. El objetivo de este objeto es ayudar al paciente a llevar una mejor calidad de vida y a equilibrar su apariencia (Sociedad Americana de Cáncer, 2016).

El uso de prótesis es un punto significativo dentro de la rehabilitación del paciente que ha sufrido una amputación, aunque esta no reemplaza del todo las funciones de la parte amputada; los avances que hasta el momento se han hecho son de suma importancia (Cifuentes, 2002).

La mano es un órgano valioso y posee una estructura compleja de huesos, ligamentos, nervios, tendones y músculos, la cual hace posible que los movimientos sean tan variados (Gonzales, 2007). Es así que la pérdida total o parcial de la mano resulta un daño importante que afecta la vida de la persona amputada.

Es por esto que se desarrollan prótesis de mano, ya que son aparatos que reemplazan el miembro que ha sido amputado, con la finalidad de facilitar las actividades del paciente o simplemente darle una apariencia más armoniosa.

El uso de una prótesis parcial de mano resulta dificultoso no solo por la complejidad de construcción de la misma, sino también, el rechazo por parte

de la persona afectada. Muchas veces los médicos recomiendan una amputación mayor para que una prótesis se acople de una mejor manera, pero ningún paciente lo acepta, ya que, aunque el acople de la prótesis sea más adecuado, un miembro nunca podrá ser reemplazado completamente. Es importante destacar que ante una amputación parcial de la mano no siempre es necesario el uso de una prótesis, ya que, los remanentes del miembro perdido pueden desarrollar habilidades mecánicas y táctiles que ayudan a una mejor adaptación del paciente (Cifuentes, 2002).

Sin embargo, una prótesis puede ser esencial en la rehabilitación de un individuo; pues, forma parte de un conjunto de técnicas que ayudan a recuperar la fuerza, movilidad o habilidad al momento de realizar actividades, después de ser sometido a una cirugía, a causa de una lesión o enfermedad (Medlineplus, 2017).

#### **2.1.2.1. Tipos de prótesis de mano**

Los tipos de prótesis según su función se dividen en dos grupos: prótesis pasivas y activas.

##### **2.1.2.1.1. Prótesis pasivas o estéticas**

Son prótesis meramente estéticas, no poseen mecanismos autónomos de movimiento, los dedos pueden tener un grado de flexión y extensión que siempre deberá ser ayudada de la otra mano (Zambudio, 2009).

Al respecto Cifuentes (2009) menciona que la mayoría de pacientes que las usan, las rechaza, ya que no representan mayor utilidad. Estas prótesis son usadas en casos de amputaciones por enfermedades como tumores malignos.

Para terminar, el objetivo de esta prótesis es equilibrar la apariencia del paciente y ayudarlo a integrarse a la sociedad (Dianceht, s.f.).

**Imagen 2.11: Prótesis estéticas**



Fuente: Brito et al. (2013)

#### **2.1.2.1.2. Prótesis activas**

Las prótesis activas de acuerdo a la fuente de energía que usan pueden ser:

##### **2.1.2.1.2.1. Prótesis mecánicas**

Este tipo de prótesis usa los músculos cercanos al miembro amputado para mover las partes que la componen, generando leves movimientos parecidos al biosistema normal. Para aplicar esta prótesis es necesario que se tenga una buena movilidad de la muñeca, fuerza en las partes remanentes capaces de mover la prótesis, entre otros aspectos (Cifuentes, 2009).

##### **2.1.2.1.2.2. Prótesis eléctricas**

Funcionan con un motor accionado por baterías, la creación de este tipo de prótesis se les atribuye a los rusos, han ido desapareciendo porque resultan de difícil comprensión y uso (Cifuentes, 2009).

Además de su elevado costo, existen otras desventajas como su peso y el mantenimiento adecuado para su conservación, ya que por sus conexiones eléctricas es imposible usarla en actividades en las que intervengan líquidos (Loaiza & Arzola, 2011).

**Imagen 2.12: Prótesis eléctrica**



Fuente: Sospedra B. (2015)

#### **2.1.2.1.2.3. Prótesis hidráulicas**

Conformada por un sistema de pistones y conductos plásticos accionados por una bomba, fue creada en el Instituto de Montreal, se activan con los movimientos de los músculos sobrantes de la parte amputada (Cifuentes, 2009).

**Imagen 2.13: Prótesis hidráulica**



Fuente: Brito et al. (2013)

#### **2.1.2.1.2.4. Prótesis neumáticas**

Hace uso del aire comprimido, lo que ofrece gran cantidad de fuerza y rapidez en su accionar, gracias a sus válvulas, el amputado puede realizar combinaciones de propulsiones musculares y artificiales. Frente a esto, la principal desventaja es el costo y la dificultad de su mantenimiento (Sospedra, 2015).

#### **2.1.2.1.2.5. Prótesis híbridas**

Usadas en pacientes con amputaciones transhumerales, estas prótesis usan la combinación de los movimientos corporales con una terminación mioeléctricas en el extremo de la prótesis (Brito et al., 2013).

**Imagen 2.14: Prótesis híbrida**



Fuente: Brito et al. (2013)

#### **2.1.2.1.2.6. Prótesis mioeléctricas**

Zambudio (2009) señala que las prótesis mioeléctricas utilizan una serie de sensores ubicados en su estructura, estos electrodos captan las señales eléctricas provocadas por la intención de movimiento de los músculos cercanos

al miembro amputado y las amplifican, las mismas que al activar un motor instalado, provocan el cierre y la apertura de la prótesis.

Estas pequeñas señales eléctricas son producidas por la flexión y extensión de los músculos al moverse, son tan pequeñas que generan tan solo una millonésima de voltio y los electrodos recogen y procesan estas señales para hacer posible el movimiento de la prótesis (Sospedra, 2015). La gran ventaja que posee este tipo de prótesis es la fuerza y la precisión en los movimientos, ya que representa la comunicación del cerebro con el dispositivo y se logra un alto grado de comodidad en el paciente (Cifuentes, 2009).

Por lo tanto, para que un paciente tenga la oportunidad de usar una prótesis mioeléctrica es necesario tomar en cuenta algunos aspectos como su edad, la labor a la que se dedica, su capacidad motora y sensitiva, condiciones del muñón, entre otros (Cifuentes, 2009).

**Imagen 2.15: Prótesis mioeléctrica**



Fuente: Catalunya Vanguardista (2016)

### **2.1.2.2. Materiales usados en prótesis**

En la construcción de prótesis los materiales adecuados son aquellos que muestran buena resistencia y flexibilidad, deben ser livianos para el confort del

usuario, entre los materiales más usados están las aleaciones de metales y polímeros de alta densidad.

### 2.1.2.2.1. Metales


Las aleaciones son la mezcla de dos o más materiales, por ejemplo la unión del hierro con partículas de cromo da como resultado un material resistente a la corrosión más conocido como el acero inoxidable. Otras aleaciones con titanio poseen gran resistencia y permiten un buen manejo morfológico, la principal dificultad del uso de este material es su inestabilidad a altas temperaturas. Además, el aluminio junto con el magnesio también posee muy buena resistencia a la ruptura, pero suele corroerse con más facilidad que el resto de aleaciones (Vivas, 2010).

**Tabla 2.1: Propiedades mecánicas del Aluminio**

	ALUMINIO	
	Densidad [g/cm <sup>3</sup> ]	2.7
	Límite Elástico [MPa]	110-170
	Resistencia a Tracción [MPa]	220
	Resistencia a Fluencia [MPa]	140

Fuente: Sospedra B. (2015)

**Tabla 2.2: Propiedades mecánicas del Titanio**

	TITANIO	
	Densidad [g/cm <sup>3</sup> ]	4.5
	Módulo de Elasticidad [GPa]	116
	Resistencia a la Tracción [MPa]	130-195
	Dureza Vickers	35-48

Fuente: Sospedra B. (2015)

### 2.1.2.2.2. Resina Epoxi

La resina Epoxi o poliepóxido es un polímero termoestable que, al aplicar una solución catalizadora, muchas veces compuesto por bisfenol-a y la epiclorohidrina, causa una reacción y comienza a solidificarse. Posee buena resistencia mecánica, térmica y química, resistente a la humedad y corrosión. Pueden usarse en el campo de la construcción y la industria como adhesivos, aislantes, pinturas y también tiene aplicaciones náuticas. (Vélez, 2008).

**Tabla 2.3: Propiedades generales de las resinas comerciales Epoxi**

Propiedades Generales	Resina EPOXI
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	1200 - 1250
Resistencia a la tracción (MPa)	48 - 90
Módulo a tracción (MPa)	3100 - 3800
Deformación a la rotura (%)	1,5 - 8
Coefficiente de expansión térmica ( $10^{-6}/K$ )	60 - 70
Constante dieléctrica a 1MHz	3,8 - 4,5
Temperatura de curado (°C)	150 - 220
Absorción de agua (%)	2 - 6

Fuente: Osuna S. (2010)

**Imagen 2.16: Resina epoxi y catalizador**



Fuente: BricoBlog (2013)

### 2.1.2.2.3. Resina de poliuretano

Esta resina es maleable, con un alto grado de elasticidad mientras que su dureza depende de la cantidad de catalizador que se use. Es importante destacar su resistencia a agentes ácidos, disolventes y sales. Se lo usa como aislante térmico o como adhesivo sobre diferentes superficies (Nutsch, 2000).

### 2.1.2.2.4. Polipropileno

Gracias a su alta resistencia a la tracción, así como también su ligereza y dureza, ha hecho de este polímero uno de los más importantes en el mundo. Su resistencia a las altas temperaturas hace posible su esterilización sin daños en la estructura (Billmeyer, 2004)

Según Lorenzo (1987) la configuración de la molécula de polipropilenos puede ser isotáctica, sindiotáctica y atáctica, en la siguiente tabla se detallan las propiedades del polipropileno isotáctico, ya que tiene un alto valor comercial.

**Tabla 2.4: Propiedades más importantes de los polipropilenos isostáticos**

Propiedades Generales	Resina EPOXI
Densidad (g/m <sup>3</sup> )	0,9 - ,091
Temperatura de fusión (°C)	170
Temperatura de la transición vitrea (K)	3100 - 3800
Permitividad (1MHz)	2,2, - 2,3
Rigidez dieléctrica (MV/m)	61
Módulo elástico (MPa)	1031 - 1720
Resistencia a la tracción (MPa)	29,3 – 38.6
Alargamiento a la rotura (%)	500 - 900
Dureza	70 - 80

Fuente: Lorenzo V. ( 1987)

### 2.1.2.2.5. Silicona VMQ Vinil Metil Siloxano

Este tipo de silicona está compuesta por sílice y carbono, es antiadherente a la gran mayoría de materiales y adhesivos. Es impermeable, además posee buena resistencia mecánica, a la abrasión, al exterior, ozono y radiaciones UV, soporta temperaturas extremas, ya sean muy altas o muy bajas. Este material se destaca porque es apto para el uso médico, aeronáutico, químico y mecánico lo (Riba, 2008).

**Tabla 2.5: Propiedades generales de la Silicona VMQ comercial**

<b>Propiedades Generales</b>	<b>Silicona VMQ</b>
Peso Específico (g/m <sup>3</sup> )	1,20
Dureza (Shore A)	60
Temperatura de trabajo (°C)	-70 +200
Alargamiento (%)	300
Carga de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	70
Compresión Set (22h a 70°)	34%

Fuente: Bove-ag (s.f.)

### 2.1.2.2.6. Poliláctico

Conocido también como ácido poliláctico, es un termoplástico constituido por almidón de maíz, de tapioca o de caña de azúcar. En 1987, la compañía Cargill Dow's comenzó la investigación de PLA para su producción (Chemical Market Reporter, 2001). Algunas de las ventajas que presenta este polímero es que su materia prima renovable, se biodegrada más rápido en comparación con otros plásticos, lo que le hace ser una buena opción ecológica.

Este plástico se usa en aplicaciones biomédicas como suturas, prótesis óseas, envases para farmacos, contenedores de alimentos, cubiertos desechables entre otros productos.

**Tabla 2.6: Propiedades del PLA**

<b>Propiedades Generales</b>	<b>PLA</b>
Cristalinidad (%)	35
Temperatura de transición vítrea (°C)	60-65
Temperatura de fusión (°C)	173-178
Resistencia al calor (°C)	110
Resistencia a la flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	1450
Alargamiento de la rotura (&)	15

Fuente: Tecnología de plásticos,2011

#### **2.1.2.2.7. Cuero**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1984), el cuero posee características de impermeabilidad, protección de la humedad, buena flexibilidad, entre otros aspectos que hacen que el cuero sea un material apto para ser usado como protección al momento de usar una prótesis.

**Tabla 2.7: Propiedades físicas y químicas del cuero**

<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL CUERO</b>	<b>PROMEDIO</b>
Espesor (mm)	2,02
Resistencia a la tracción (kgf/mm)	2,51
Resistencia al desgarre (kgf/mm)	11,2
Alargamiento a la rotura (%)	66
Humedad (%)	12-14
Ph	3,2- 5,5

Fuente: Silva P. (2005)

**Imagen 2.17: Cuero Tinturado**



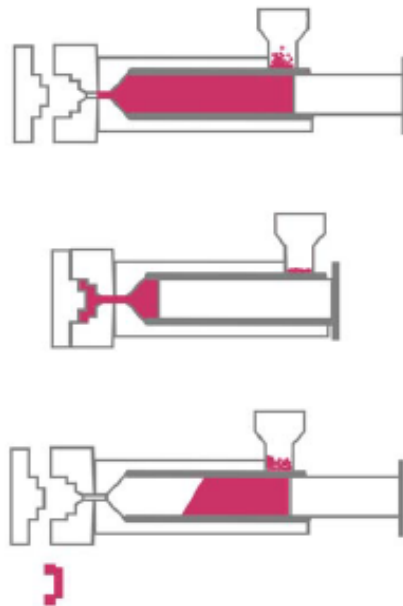
Fuente: Alvarez C.(2018)

### **2.1.2.3. Medio de producción de la prótesis**

#### **2.1.2.3.1. Técnica de moldeo por inyección**

Esta técnica es usada para modelar gran parte de los termoplásticos existentes en el mercado, por el corto tiempo que se tarda en producir y por la sobresaliente calidad de cada pieza. Básicamente consiste en calentar el polímero a una temperatura en la que este tenga una textura líquida viscosa, posteriormente se lo introduce a presión, en el molde cerrado previamente refrigerado, el cual que le dará su forma definitiva. La presión aplicada sobre el polímero varía entre 10 000 y 30 000 psi (Billmeyer, 2004)

**Imagen 2.18: Esquema general del sistema de moldeo por inyección**



Fuente: Garcia S. (2010)

Cornish (1997) indica que las piezas que pueden producirse pueden ser rígidas o flexibles, pueden tener formas simples o muy elaboradas, todo esto depende solo del molde, se usan molduras del mismo material para aumentar la resistencia de la pieza. Los materiales que pueden ser usados en moldeo por inyección son: ABS, PVC, polietileno polipropileno, poliamida, poliestireno, resinas, vinilos, entre otros. La maquinaria usada por lo general en este sistema, se llama pre plastificadora, la cual tiene una cámara adicional, en donde el material se mantiene en estado óptimo, esperando el momento de ser inyectado.

Además, menciona que para obtener piezas de buena calidad es necesario que exista un equilibrio entre los aspectos mencionados a continuación: presión y temperatura de inyección, tiempo que el molde permanece abierto y cerrado, fuerza de cierre del molde, velocidad y tiempo que el pistón de inyección trabaja.

### 2.1.2.3.2. Impresión en 3D

La impresión 3D es un proceso en donde se generan objetos, adicionando capas sobre capas de material, que es expulsado siguiendo un modelo tridimensional digital. Sus aplicaciones van desde piezas sencillas para cualquier tipo de maquinaria, hasta implantes médicos, órganos artificiales, entre otros.

Uno de los métodos de impresión en 3D es el de Fabricación con Filamento Fundido (FFF). En donde se calienta el material deseado y se expulsa dando la forma determinada en el modelo computarizado (Autodesk, 2019)

Imagen 2.19: Impresora 3D


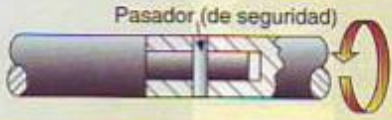




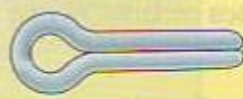



Fuente: Autodesk (2019)

### 2.1.2.3.3. Mecanismo

El sistema de sujeción usado es el de pasadores, estos son fragmentos en forma cilíndrica que se colocan en un orificio entre dos piezas con la finalidad de unirlos e inmobilizarlos, como es el caso de los pasadores de sujeción; o para asegurar la posición entre estas dos piezas, en ese caso se los llama pasadores de posición (UTU,s.f.)

Imagen 2.20: Tipos de pasadores

TIPO	DIBUJO	APLICACIÓN
Pasador cilíndrico		
Pasador cónico		
Pasador elástico tubular		
Pasador de aletas		

Fuente: IES Villalba Hervas (2009)

#### 2.1.2.4. Biomecánica de la mano

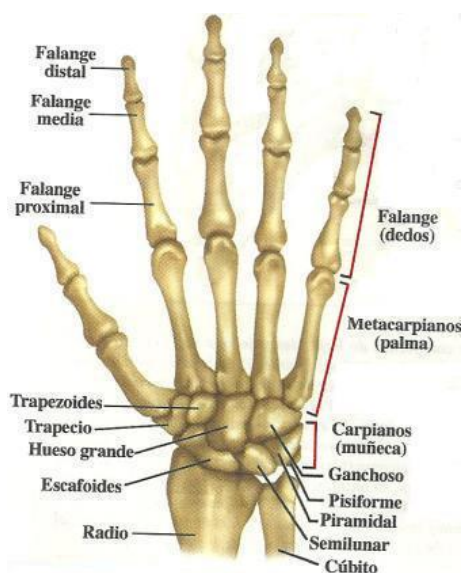
Para comprender la complejidad de este miembro se debe analizar su estructura, es así que la mano está constituida por un conjunto de 29 huesos, alrededor de 25 articulaciones y más de 30 músculos intrínsecos y extrínsecos. Este complejo sistema de movilidad, le permite adaptarse, tanto a objetos grandes como a pequeños. Como consecuencia, los dedos forman una cadena cinemática de segmentos óseos articulados, controlados a su vez por músculos intrínsecos y extrínsecos. Los Grados de Libertad (GL) de cada uno de los dedos son los siguientes:

- ❖ En la muñeca se consideran dos GL.
- ❖ En las articulaciones interfalángicas distales (ID) e interfalángicas proximales (IP) de los dedos índice a meñique en la interfalángica del

pulgar, se dice que tiene solo un GL que corresponde al grado de rotación, ya que poseen un movimiento muy leve.

- ❖ En las articulaciones metacarpofalángicas (MF) se consideran dos GL, por la leve rotación pasiva que genera (Sospedra, 2015).

**Imagen 2.21: Articulaciones y huesos de la mano**



Fuente: Fisiostar (2016).

#### **2.1.2.4.1. Posición neutra**

En esta posición existe un equilibrio y armonía entre los músculos intrínsecos y extrínsecos de la mano. Los metacarpianos se encuentran a una distancia de  $30^\circ$  desde el eje del ante brazo (Péninou & Tixa, 2010).

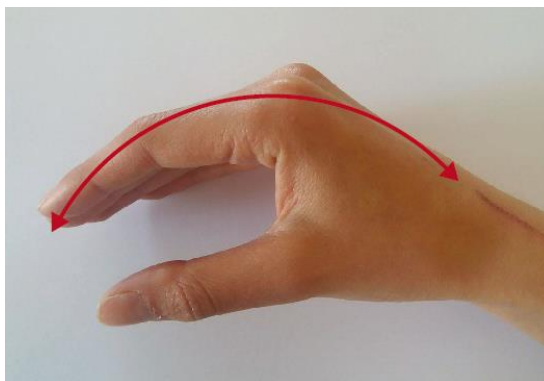
**Imagen 2.22: Posición neutra**

Fuente: Alvarez C. (2018)

#### **2.1.2.4.2. Arcos de la mano**

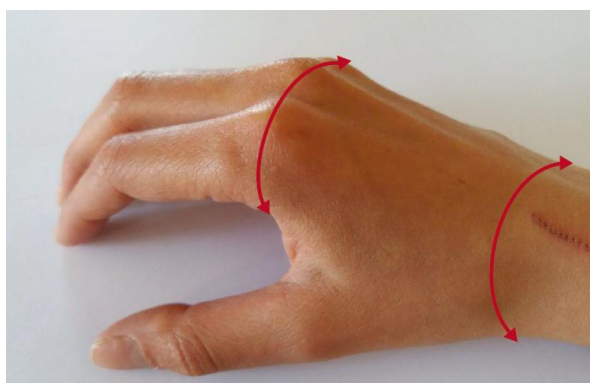
Arias (2012) menciona que cuando se desea sostener un objeto, la mano se flexiona y forma una especie de concavidad para poder sujetar, dichos arcos se dividen en tres, según su dirección: longitudinal, transversal, y oblicuo. El sentido longitudinal, se extiende desde la muñeca, pasa por la palma de la mano hasta el extremo de las falanges proximales (Véase Imagen 2.23). En el sentido transversal, el arco pasa de un extremo de la muñeca hacia otro o también se puede tomar como base el arco metacarpiano (Véase Imagen 2.24). Por último, tenemos en sentido oblicuo, los arcos que se oponen al dedo pulgar, el primero en donde los cuatro dedos juntos se oponen al pulgar y el segundo en donde la oposición pasa hasta el meñique (Véase Imagen 2.25).

**Imagen 2.23: Arco longitudinal**



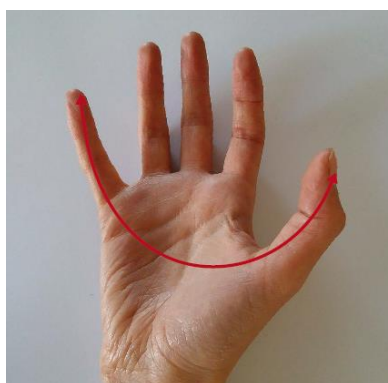
Fuente: Alvarez C. (2018)

**Imagen 2.24: Arco transversal**



Fuente: Alvarez C. (2018)

**Imagen 2.25: Arco oblicuo**



Fuente: Alvarez C. (2018)

Lo mencionado anteriormente, concluye en la función principal de la mano, la prensión, es decir la capacidad que posee la mano de agarrar y sostener

distintos objetos. Por otra parte, Napier (1956), clasificó a los patrones funcionales en agarres de fuerza y agarres de precisión.

#### **2.1.2.4.3. Agarres de fuerza**

Para este agarre, el objeto se sostiene en la palma y en las caras palmares de los dedos, el pulgar se opone, el dorso de la mano se flexiona, lo que provoca más tensión en los tendones, como se muestra en la siguiente imagen (Arias 2012).

**Imagen 2.26: Agarre de fuerza**



Fuente: Alvarez C. (2018)

#### **2.1.2.4.4. Tipos de prensión**

Un agarre o prensión de precisión se lo realiza para sostener objetos pequeños entre el pulgar y las caras palmares del resto de dedos, el pulgar se flexiona y se opone (Arias 2012).

Palastanga, Field & Soames (2000) mencionan que al realizar estos agarres intervienen los músculos flexores superficiales y profundos de los dedos de la mano. A continuación, se enumeran varios tipos de agarres de precisión.

#### 2.1.2.4.5. Presión de pinza

Es la presión más precisa, en donde los extremos de los dedos y muchas veces hasta las uñas, se juntan para sostener un objeto muy pequeño.

Imagen 2.27: Presa de pinza

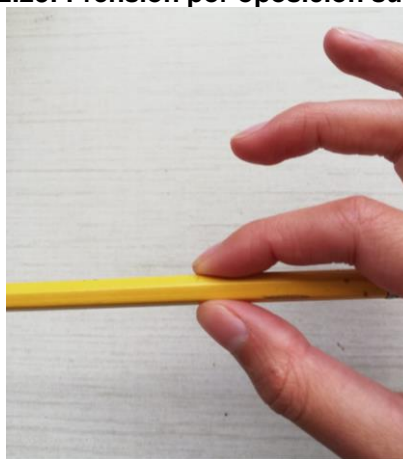


Fuente: Alvarez C. (2019)

#### 2.1.2.4.6. Presión por oposición subterminal

Es la posición más común, en donde la superficie palmar del dedo pulgar topa con la superficie palmar del dedo índice u otro dedo de la mano, como al sostener un lápiz.

Imagen 2.28: Presión por oposición subterminal



Fuente: Alvarez C. (2019)

#### 2.1.2.4.7. Prensión por oposición subterminolateral

Aunque es menos precisa que el agarre de pinza, ofrece mayor estabilidad al momento de sostener objetos, se trata de que la yema del dedo pulgar entra en contacto con la superficie lateral de alguno de los dedos.

**Imagen 2.29: Prensión por oposición subterminolateral**

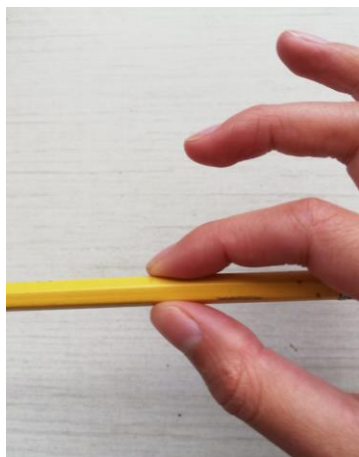


Fuente: Alvarez C. (2019)

#### 2.1.2.4.8. Prensión bidigital

Comúnmente este agarre se lo realiza entre los dedos índices y medio, es una prensión débil, pero en caso de la pérdida del dedo pulgar, este agarre es muy útil y va desarrollando fuerza.

**Imagen 2.30: Prensión bidigital**



Fuente: Alvarez C. (2019)

#### **2.1.2.4.9. Prensión digitopalmar**

Se usa para sostener pequeños objetos, consiste en la oposición de la palma de la mano con los dedos índice, medio, anular y meñique. Se la usa al momento de sostener una palanca o el mango de algunos objetos. Los músculos flexores superficiales y profundos de los dedos, interóseos y de la eminencia tenar son los que intervienen en esta prensión (Kapandji, 2006).

**Imagen 2.31: Presa digitopalmar**



Fuente: Alvarez C. (2019)

#### **2.1.2.4.10. Prensión palmar con la totalidad de la mano**

Se la realiza con todos los dedos de la mano, en donde el volumen del objeto determina la fuerza con la que se sostiene el mismo. Esta prensión es mejor cuando los dedos índice y pulgar se topan. (Cubillos & Medina, 2010)

**Imagen 2.32: Presa palmar con la totalidad de la mano**



Fuente: Alvarez C. (2019)

#### **2.1.2.4.11. Presión palmar cilíndrica**

Los músculos que se usan en esta prensión son los sesamoideos externos, en esta participan todos los dedos de la mano, pero el pulgar se encuentra opuesto a la palma (Madurga, 2015).

**Imagen 2.33: Presa palmar cilíndrica**



Fuente: Alvarez C. (2019)

#### **2.1.2.4.12. Presión palmar Esférica**

Crespo et al. (2007) menciona que esta prensión es similar a la anterior, con la diferencia que, en lugar de sostener un vaso, sería como sostener objetos de forma esféricas como una pelota (véase imagen 2.34).

Estas presas también se las puede realizar con tres o cuatro dedos, llamándolas presas esféricas tridigitales o tetradigitales, según el caso (véase imagen 2.35). Los dedos meñique y anular sobrantes forman una especie de tope que asegura el objeto sostenido (Kapandji, 2006).

**Imagen 2.34: Presa palmar esférica**



Fuente: Alvarez C. (2019)

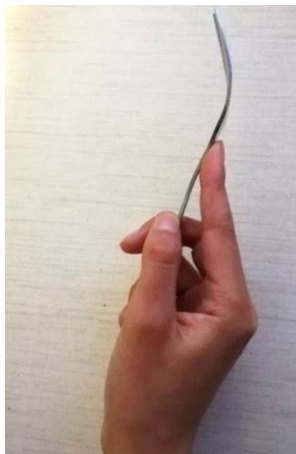
**Imagen 2.35: Presa palmar esférica tridigital**



Fuente: Alvarez C. (2019)

#### **2.1.2.4.13. Prensión centrada**

Esta prensión consiste en flexionar los dedos medio, anular y meñique, extender totalmente el dedo índice, el mismo que funciona como orientador del objeto y oponer el pulgar de manera muy ligera, de esta manera se sostiene un tenedor o un destornillador (Kapandji, 2006).

**Imagen 2.36: Presa centrada**

Fuente: Alvarez C. (2019)

#### **2.1.2.4.14. Presión contra gravedad**

Madrugá (2015), indica que esta presa radica en posicionar la palma de la mano de manera totalmente horizontal mirando hacia arriba de esta manera se sostiene fuentes platillos, entre otros (véase imagen 2.37). A su vez, Kapadji (2006) señala que la mano puede hacer las veces de una especie de cuchara, con los dedos semiflexionados, formando una superficie ahuecada. Al juntar las dos manos en esta posición forman una pared cóncava capaz de mantener en su interior líquidos, harinas o granos (véase imagen 2.38).

**Imagen 2.37: Presa contra gravedad**

Fuente: Alvarez C. (2019)

**Imagen 2.38: Manos en posición de cuchara**



Fuente: Alvarez C. (2019)

#### **2.1.2.4.15. prensas con acción**

Este tipo de prensas las usamos al realizar acciones con los dedos como el sostener una tijera, lanzar una canica, prender un encendedor, tocar diferentes instrumentos musicales de cuerda o apretar un bote de aerosol. Nuestros dedos interactúan de forma dinámica con los objetos. Los músculos que intervienen son: Músculo extensor largo del pulgar al abrir las tijeras, músculos tenares al cerrarlas, músculo flexor largo del pulgar al usar el encendedor (Kapadji, 2006).

**Imagen 2.39: Prensa con acción**

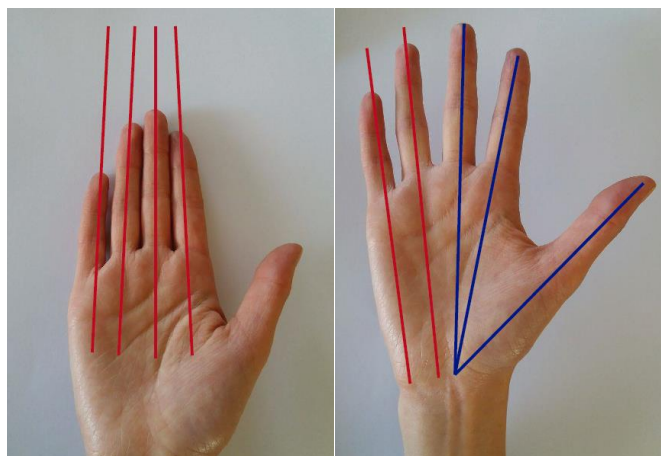


Fuente: Alvarez C. (2019)

#### 2.1.2.4.16. Aproximación y separación

En esta posición para el eje de la mano se toma como referencia el dedo medio, el mismo que casi ni se mueve cuando se separan o acercan los dedos. En la aproximación los ejes de los dedos no son paralelos, todos excepto el pulgar converge en un punto muy lejano de sus extremos distales. Mientras que, en la separación, el dedo meñique y el anular tienen ejes paralelos, sin embargo, los dedos pulgar, índice y medio son divergentes y sus ejes se unen en un mismo punto (Arias, 2012).

**Imagen 2.40: Aproximación y separación de los dedos**

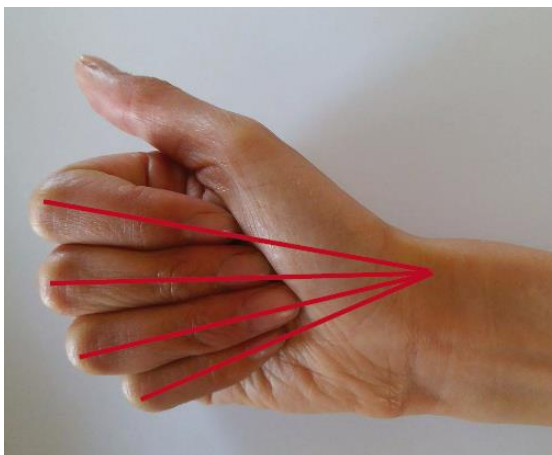


Fuente: Alvarez C. (2018)

#### 2.1.2.4.17. Cierre de la mano en puño recto

Al cerrar el puño con todos los dedos, excepto el pulgar, el dedo índice, medio, anular y meñique convergen en un mismo punto, como podemos observar en la imagen posterior (Arias, 2012).

**Imagen 2.41: Convergencia de los dedos en puño recto**



Fuente: Alvarez C. (2018)

#### **2.1.2.4.18. Antropometría de la mano**

La Antropometría se considera una rama de las ciencias humanas, la cual se dedica al estudio de las dimensiones del cuerpo y su variabilidad al desarrollarse en entornos con diferentes características. Esta ciencia es una herramienta útil en los estudios ergonómicos, ya que provee de información particular de la población para la que se va a diseñar, por ejemplo, estaciones de trabajo adecuadas para evitar daños en la salud de los empleados.

Consecuentemente, Yunis (2005) determinó ocho dimensiones necesarias al momento de diseñar objetos manuales, estas son: longitud de la mano, longitud de la palma, ancho de la mano, ancho máximo de la mano, diámetro de agarre, espesor de la mano, circunferencia de la mano y circunferencia máxima de la mano. Por otro lado, Sospedra (2015) también hace referencia a la importancia de conocer el tamaño de las falanges de los dedos para plantear opciones de prótesis.

**Tabla 2.8: Medidas anatómicas de la mano, datos obtenidos de hombres de entre 20 a 30 años**

	<b>Media población masculina</b>
Edad	22,82
Longitud de la mano	18,35
Longitud palmar	10,58
Longitud del pulgar	6,28
Ancho de la mano	10,45
Ancho del pulgar	8,25

Fuente: Mosquera L. & Guedez V. (2002)

**Tabla 2.9: Medidas anatómicas de la mano, datos obtenidos de mujeres de entre 20 a 30 años**

	<b>Media población femenina</b>
Edad	23,22
Longitud de la mano	17,85
Longitud palmar	10,22
Longitud del pulgar	6,13
Ancho de la mano	9,54
Ancho del pulgar	7,63

Fuente: Mosquera L. & Guedez V. (2002)

## **2.2. Estado del arte**

Este trabajo se dirige a la presentación de una prótesis de mano con mutilación parcial para el desarrollo de actividades de pastelería, para el mismo se han considerado algunos estudios y artículos relacionados con la temática, los cuales han sido realizados con anterioridad a nivel nacional e internacional y se mencionan a continuación:

Sospedra B. (2015) en "*Diseño mecánico de prótesis de mano multidedo antropomórfica infractuada*", Castellón: Universidad Jaime I, presenta un estudio muy amplio acerca de las prótesis existentes en el mercado y el proceso de diseño y construcción de una prótesis de mano, analizando una por una las partes que conforman la mano como su estructura, anatomía, biomecánica,

grados de libertad o movimientos, tipos de agarres, tipos de pinzas, además presenta niveles de amputación del miembros superior, los tipos de prótesis existentes: eléctricas, mecánicas, híbridas, mioeléctricas, entre otras . Todo esto, con la finalidad de descubrir en qué punto las prótesis existentes fallan y poder ofrecer una solución práctica con la creación de una prótesis adecuada.

Con la revisión de este trabajo se puede recolectar información muy valiosa para tener en cuenta en el presente proyecto, como el funcionamiento de la prótesis, la facilidad en la construcción, el material, el aspecto estético, mecanismos y sistemas de sujeción, entre otros aspectos. De esta manera, se podrá construir una prótesis que cumpla con los parámetros y los requerimientos dados por el trabajador para las labores que desempeña.

Garcés A. (2010), en su tesis "*Diseño de una prótesis acoplable al antebrazo que permita el uso de herramientas básicas*", Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato, presenta una solución práctica a los problemas que presenta el paciente, a pesar de no ser una prótesis que refleje la anatomía exacta del miembro perdido, le brinda la facilidad práctica de realizar sus labores. El proyecto es destacable para aplicarlo en mi trabajo ya que menciona consideraciones iniciales al momento de diseñar la prótesis como son: permitir una correcta circulación sanguínea, es decir que la herramienta no prive de movilidad a las extremidades por periodos de tiempo. Evitar que la herramienta provoque esfuerzos excesivos en músculos, articulaciones o tendones del paciente. Que las vibraciones que alguna herramienta pueda causar, no sean percibidas por el usuario, ya que pueden afectar su trabajo.

Además, con el uso de herramientas acoplables facilitó las labores del paciente y gracias a sus mecanismos, es fácil implementar nuevas herramientas para su oficio y replicar este estudio para personas que tengan la misma discapacidad y desempeñen trabajos distintos a los revisados en este trabajo.

Rivas P. (2017), muestra en *“Desarrollo de una prótesis de mano, acoplable al muñón, para jóvenes con mutilaciones traumáticas”*, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato, un prototipo de prótesis de mano para personas de edades entre 18 y 25 años, presenta materiales disponibles en el mercado los cuales están siendo utilizados en la construcción de prótesis a nivel mundial, como distintas aleaciones de metales: aluminio, acero inoxidable, polipropileno, ABS, siliconas, látex, entre otros materiales, los cuales se tomaron en cuenta para la elaboración de la prótesis de este estudio. Sus definiciones sobre tipos de amputaciones y de prótesis, movimientos y agarres de la mano, entre otras, fueron consideradas en el marco teórico. Rivas concluye que los sistemas y mecanismos usados para su trabajo son pautas para la construcción de otras prótesis funcionales para mutilaciones parciales o totales de mano.

Piedrabuena (2013), en su artículo *“Herramientas para la prevención de los riesgos ergonómicos en el sector de la panadería”*, detalla las condiciones de trabajo de la mayoría de microempresas dedicadas a la panificación y pastelería. El trabajador debe realizar labores que demandan esfuerzo físico, como el mantenerse de pie durante largos periodos de tiempo, transportar materiales pesados, controlar maquinaria, muchas de las tareas requieren de una alta repetitividad.

En el caso de la pastelería de este estudio, todavía se trabaja con métodos artesanales, las tareas como batir, mezclar, decorar se realizan de forma manual en su totalidad, por lo que la prótesis a construir debe cumplir con el objetivo de reducir los esfuerzos realizados por el trabajador en sus labores. El mismo que al poseer una discapacidad es más propenso a sufrir accidentes de índole laboral como cortes o golpes, además que por el tiempo de repetición de las tareas, el ambiente y posturas poco ergonómicas puede llevarle a sufrir lesiones, lumbalgias, fatiga muscular, síndrome del túnel carpiano, entre otras dolencias, por lo que la prótesis debe ser segura, ergonómica y sencilla de maniobrar.

En este artículo también se sugieren ciertas pautas para prevenir bajas en los trabajadores de la panificación como: adaptar los muebles y quipos de trabajo a la altura de los trabajadores, evitar largas jornadas en una misma posición, informar a los trabajadores sobre ejercicios de estiramiento, fijar horarios de descanso y de rotación de actividades. Todas estas sugerencias se adecuaron en el caso de estudio para garantizar que la prótesis no cause ninguna lesión.

Loaiza J. & Arzola N. (2011), con su tesis "*Evolución y tendencias en el desarrollo de prótesis de mano*", fue de gran utilidad para el presente estudio, ya que se pudo recopilar la información necesaria acerca de los tipos de prótesis que se están realizando a nivel mundial, sus características, funciones, grados de libertad, materiales usados, entre otros aspectos, y compararlos con los resultados de estudios similares a nivel regional.

Recalca la complejidad de la mano, con su conjunto de tendones, tejidos óseos, ligamentos, que generan movimientos y posiciones que hasta ahora han

sido imposibles de replicar mediante la tecnología, pero gracias a los avances en los últimos años se han obtenido prótesis de alto desempeño.

Sin embargo, el alto costo que tienen, las hace de difícil adquisición para el público. Se espera que, con la elaboración de estudio, se pueda ofrecer una opción accesible a las personas que tengan mutilaciones parciales de la mano y que puedan mejorar su vida laboral.

Brito et al. (2013). *Estudio del estado del arte de las prótesis de mano*, nos presenta de forma clara los tipos de prótesis disponibles en el mercado, su funcionamiento, mecanismos, aplicaciones, sus ventajas y desventajas. Lo que ayudará en esta investigación, para determinar qué tipo de prótesis es la más adecuada para el sujeto de estudio. Menciona, además que en el Ecuador se están desarrollando distintos proyectos, por parte del Gobierno, pero que los mismos no demuestran una verdadera utilidad para los usuarios.

Se puede concluir que para la construcción de una prótesis de debe partir del estudio del usuario, sus actividades, necesidades y requerimientos, para determinar las funciones de la prótesis, los materiales con los que estará hecha, la forma que tendrá, mecanismos, piezas, sistemas de sujeción, procesos de manufactura y culminar con la valoración la misma, conclusiones y recomendaciones.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Enfoque de la Investigación**

La presente investigación tiene un enfoque cualitativo, el objetivo de este enfoque es analizar, comprender e interpretar los fenómenos provocados por la mutilación parcial de mano y el contexto en el que se desarrolla. Las bases teóricas acerca de las actividades y procesos de pastelería, prótesis, tipos de prótesis y materiales que se usan; son una referencia muy importante para enmarcar el estudio, además se realizará una comparación con los resultados obtenidos en otros estudios. El diseño de la investigación es flexible y abierto a cambios según las necesidades encontradas a lo largo del desarrollo del trabajo (Sampieri, 2014).

No se pretende generalizar los resultados, por esta razón se toma una muestra muy específica, seleccionada por las cualidades que destacan al fenómeno, como en este caso de estudio, en el que las características de la mutilación son únicas y arrojan resultados distintos en relación con estudios anteriores. Los datos obtenidos son registrados mediante descripciones, narraciones, fichas de observación, fotografías, videos, en sí, toda evidencia sobre el comportamiento del sujeto de estudio. Los resultados del estudio se evaluarán bajo criterios de credibilidad directamente sobre el usuario. (Sampieri, 2014).

### **3.2. Modalidad básica de investigación**

El alcance de la investigación a realizar es descriptivo, ya que detallarán los sucesos que llevaron al paciente a sufrir de una mutilación parcial de su mano derecha; así como también, la situación actual laboral en la que se desarrolla. De esta manera, se determinan las características y propiedades particulares del usuario y a continuación realizar el análisis respectivo.

El diseño de investigación que se va a aplicar es la Teoría fundamentada, se usará la información encontrada acerca de las actividades de pastelería y las prótesis, para traerlas hacia nuestro contexto. En este estudio las disciplinas que intervienen son el comportamiento humano, las ciencias de la salud y por supuesto las ingenierías. Para recolectar los datos necesarios para el estudio se realizarán entrevistas y fichas de observación al paciente, para su posterior análisis (Sampieri, 2014).

Para este proyecto se aplicará la metodología de diseño de Bernd Lobach (1981), la misma que es apta para el diseño y construcción de objetos industriales, analiza el problema, recopila y clasifica información, genera soluciones y construye la opción adecuada.

### **3.3. Grupo de estudio**

La persona considerada como caso de estudio es el señor Carlos Alvarez Corrales, tiene 54 años de edad, reside en la ciudad de Latacunga, en el

barrio Brazales. Es profesor desde hace más de veinte y cinco años y se dedica a las labores de panadería y pastelería desde hace diez.

Trabaja en la panadería y pastelería “Rosy” y es el encargado de realizar los pasteles que se comercializan en el local. Hace algunos años el trabajador tuvo un accidente no relacionado con sus labores, por la explosión de una bolsa de pólvora sufrió una mutilación parcial de la mano derecha, perdió de manera completa el dedo pulgar, y parcialmente los dedos medio y anular. Dado que la mutilación de la mano tiene condiciones particulares hacen que este escenario sea un caso de estudio adecuado para este proyecto de investigación.

Dentro de las actividades laborales cotidianas que realiza, el sujeto de estudio están el tamizado, batido, mezclado, decorado.

Además de su labor como pastelero, el Sr. Carlos Alvarez se dedica a la docencia en el Unidad Educativa “Cesar Viera”, ubicada también en la ciudad de Latacunga. En este recinto educativo dicta las materias de Biología y Química en donde usa por lo general marcadores y borrador de pizarra, en el laboratorio manipula probetas, tubos de ensayo y algunas soluciones químicas, además emplea soportes tecnológicos como computadoras y proyectores.

### **3.3.1. Técnicas e instrumentos**

El presente estudio de caso requiere que se utilice la técnica de entrevista de tipo estructurada y la guía de preguntas como instrumento, dirigida al paciente para establecer las características de su amputación y las necesidades que

se presentan al realizar su trabajo; y a un médico especialista, con la finalidad de determinar las causas más comunes que llevan a la amputación parcial de la mano y que situaciones acarrea esta condición. Además, la técnica de observación y como instrumento, fichas de observación dirigidas al paciente para registrar la condición actual en la que se encuentran sus miembros, las actividades que realiza, así como también los instrumentos y herramientas que usa en su trabajo.

### **3.3.1.1. Resultados**

A continuación, se presentan los modelos de entrevistas propuestos para el desarrollo del proyecto:

#### **ENTREVISTA REALIZADA AL ESPECIALISTA**

ENTREVISTADO: Dr. José Fernando Mullo Cruz

OCUPACIÓN: Cirujano ortopédico y traumatólogo

OBJETIVO: Determinar parámetros a tomar en cuenta para la construcción de la prótesis de mano con mutilación parcial

#### **1. ¿Cuántos casos de amputaciones parciales de mano ha atendido durante el año?**

En lo que va del año he atendido en promedio de ocho personas cada mes, lo que llevaría a un total de 96 personas en lo que va del año.

#### **2. ¿Cuáles han sido las causas que han originado esta condición en los pacientes?**

Principalmente los pacientes vienen por cortes con amoladora, en segundo lugar, por explosivos (juegos pirotécnicos) y en un porcentaje menor se atienden casos de amputaciones por perdigones.

### **3. ¿Qué cambios emocionales se presentan en el paciente con amputación?**

Depende de la edad del paciente, por ejemplo, los niños y las personas adultas tienden a aceptar de mejor manera que perdieron algún miembro, en contrario con los adolescentes que tienen mayores problemas en aceptar su nueva condición, por cómo se desenvuelven en su entorno, con sus amigos, la presión social que tienen les afecta en mayor grado.

### **4. ¿Qué clase de prótesis prefieren los pacientes?**

Por el costo que tienen algunas prótesis que se encuentran en el mercado, los pacientes prefieren prótesis estéticas, y si tiene una mejor condición económica, se inclinan por una prótesis mecánica.

### **5. ¿Cuáles son las prótesis más recomendables?**

Eso depende de una serie de factores como el tipo de mutilación, las funciones que necesite realizar, el presupuesto que tenga el paciente, entre otras. Las prótesis mioeléctricas son una gran opción, pero muchas veces por su costo no es posible su adquisición.

### **6. ¿Podría dar algún criterio a tomar en cuenta al momento de la construcción de una prótesis?**

Cuando se construye una prótesis, esta debe ser funcional y en lo posible, devolver la capacidad que poseía el paciente antes de su amputación, para lograr una reinserción tanto en el medio social como laboral y de esta manera pueda tener autonomía nuevamente.

### **7. En el caso presentado, ¿Qué recomendaciones sugiere para la elaboración de la prótesis? (se presenta la radiografía y el paciente)**

Con las características que posee la mano del paciente, no es posible la adecuación de dedos robóticos en lugar de los dedos pulgar y medio, ya que en el caso del dedo pulgar no tiene donde apoyarse y el dedo medio no posee movilidad. Lo que se sugiere es la aplicación de un dedo mecánico o mioeléctrico en lugar del dedo anular y un dedo estético en lugar del dedo

anular. Otra buena opción es el uso de una prótesis que, aunque no se asemeje a las características fisonómicas de la mano, pueda facilitar las labores que realiza el paciente.

## **ENTREVISTA REALIZADA AL ESPECIALISTA**

ENTREVISTADO: Dr. Joshua Israel Culcay Delgado

OCUPACIÓN: Médico general rural

OBJETIVO: Determinar parámetros a tomar en cuenta para la construcción de la prótesis de mano con mutilación parcial

### **1. ¿Cuántos casos de amputaciones parciales de mano ha atendido durante el año?**

Diría que hemos atendido un promedio de 4 personas al mes, algunos meses más y otros menos, en diciembre suele aumentar el número.

### **2. ¿Cuáles han sido las causas que han originado esta condición en los pacientes?**

La principal causa de pérdida de algún miembro ha sido por la explosión de camaretas o cartuchos con pólvora, en el sector mucha gente se dedica a la elaboración de pirotecnia. También han venido pacientes que han perdido dedos por la operación incorrecta de maquinaria, principalmente mecánicos.

### **3. ¿Qué clase de prótesis prefieren los pacientes?**

La gran mayoría prefiere hacer la rehabilitación y después no usar una prótesis, porque mencionan que es un gasto en vano, que les estorba o no son de gran ayuda, se debe tomar en cuenta que las personas no tienen un nivel económico alto, por lo que prefieren quedarse así.

### **4. ¿Cuáles son las prótesis más recomendables?**

Las que se recomiendan son las mioeléctricas, superan en muchos aspectos a las demás, sin embargo, su costo tan elevado, las hace imposibles de

adquirir para los pacientes. Lo ideal sería una prótesis en donde prime la funcionalidad, que sea duradera y económica.

**5. ¿Podría dar algún criterio a tomar en cuenta al momento de la construcción de una prótesis?**

El criterio más importante es el ergonómico, si el paciente se siente cómodo usando la prótesis, la seguirá usando.

**6. En el caso presentado, ¿Qué recomendaciones sugiere para la elaboración de la prótesis? (se presenta la radiografía y el paciente)**

Una prótesis estética se podía aplicar fácilmente, pero eso no ayudaría en ninguna de sus actividades, como se observa, el espacio donde iba el dedo pulgar no posee una buena base para colocar una especie de pinza con movimiento. Se debe considerar también la fuerza que debe realizar el paciente en sus actividades para poder elaborar la prótesis.

### **ENTREVISTA REALIZADA AL ESPECIALISTA**

ENTREVISTADO: Dr. Marco Philco y Dra. Consuelo Cevallos

OCUPACIÓN: Médico traumatólogo

OBJETIVO: Determinar parámetros a tomar en cuenta para la construcción de la prótesis de mano con mutilación parcial

**1. ¿Cuántos casos de amputaciones parciales de mano ha atendido durante el año?**

Aproximadamente unas 40 o 45 al año, en la mayoría de casos son personas adultas.

**2. ¿Cuáles han sido las causas que han originado esta condición en los pacientes?**

Como la clínica trabaja con fábricas que se encuentran en la provincia, la causa principal de pérdida parcial de la mano es por la manipulación incorrecta

de la maquinaria, se han dado casos de atascamientos de algún miembro, por descuido o desconocimiento de los procesos de seguridad. En menor porcentaje vienen niños y adultos que han perdido miembros a causa de explosiones de petardos, bolsas de pólvora, entre otros. También hay casos de accidentes domésticos con cuchillos.

### **3. ¿Qué clase de prótesis prefieren los pacientes?**

Se encuentran opiniones divididas, cuando la amputación es de uno o dos dedos, los pacientes prefieren no usar una prótesis, si la amputación es de mayor grado, se sugiere el uso de una prótesis mecánica que le ayude a reintegrarse en su trabajo y a su vida normal, de manera más rápida.

### **4. ¿Cuáles son las prótesis más recomendables?**

El uso de un tipo de prótesis determinado depende del uso que le va a dar, del trabajo que tenga el paciente. Con la tecnología que existe ahora se han vuelto una buena opción las prótesis mioeléctricas, pero su costo aún es muy alto.

### **5. ¿Podría dar algún criterio a tomar en cuenta al momento de la construcción de una prótesis?**

Como mencionamos anteriormente se debe tomar en cuenta las actividades que realiza el paciente, las condiciones en las que se encuentra la amputación, el material adecuado para la construcción en base al uso que se le vaya a dar a la prótesis.

### **6. En el caso presentado, ¿Qué recomendaciones sugiere para la elaboración de la prótesis? (se presenta la radiografía y el paciente).**

Observando las condiciones de la mano del paciente, podemos sugerir el uso de una prótesis estética. Por su trabajo, puede usar una prótesis estática que sirva para sostener los mangos de los objetos, más no aportaría mucha fuerza.

## ENTREVISTA REALIZADA AL USUARIO

Usuario: Sr. Carlos Alvarez

Objetivo: Determinar la situación laboral actual del paciente

### **1. ¿Cuál ha sido la peor dificultad por la falta de su miembro?**

Podría decir que es el no poder realizar normalmente las actividades que antes realizaba.

### **2. ¿Qué herramientas se usan para cada actividad?**

Para mezclar y formar la masa utilizo una espátula de madera. Para batir las claras de huevo utilizo un batidor manual, para engrasar uso una brocha o a veces la mano y otra espátula para la cubrir el pastel con la crema batida, siempre y cuando se decore el pastel, el resto de la decoración la realiza otro empleado.

### **3. ¿Qué herramientas le causan incomodidad?**

Pues las que nombré anteriormente, son difíciles de sostener y eso causa más demoras en el proceso.

### **4. ¿Cuánto tiempo extra le toma el realizar su trabajo?**

Tal vez unos quince minutos más por cada pastel.

### **5. ¿De tener una prótesis, cambiaría su ritmo de vida? ¿en qué forma?**

Pues podría realizar mi trabajo con más rapidez y sin mayor dificultad.


### Ficha de observación 3.3.1: Ficha de observación al usuario

Nombre del Observador		Carla Alvarez T.	
Nombre del usuario		Carlos Julio Alvarez Corrales	
Edad		53 años	
Ocupación		Pastelero	
Objetivo:		Observar la situación actual del usuario	
Tipo de amputación		Amputación parcial de mano derecha	
			Fotografías
Medidas de la mano	Largo	grosor	
		Base proximal	Extremo distal
Dedo índice	8 cm.	7,5 cm.	5 cm.
Dedo meñique	6 cm.	6,5 cm.	5,5, cm.
Dedo anular	3,5 cm.	7,5 cm.	-
Medidas de la mano	Largo	Ancho	
Palma	9 cm.	7 cm.	
Grosor de la muñeca	17 cm.		
Extensión del antebrazo	24 cm.		
Análisis	El paciente no posee el dedo pulgar y medio. Posee parte de la falange proximal del dedo anular. Los dedos índice y meñique tienen total movilidad.		




Fuente: Alvarez C. (2018)

### Ficha de observación 3.3.2: Preparación de moldes

<p>TEMA: Preparación de moldes</p> <p>Observador: Carla Alvarez T.</p> <p>Objetivo: Observar el proceso y tiempo de elaboración de pasteles</p> <p>Fecha: 29 de noviembre de 2018</p> <p>Lugar: Panadería y pastelería "Rosy", Latacunga.</p>			
Descripción	Herramientas	Tiempo	Imagen
Se procede a engrasar y enharinar el molde para pasteles	Molde Brochas de silicón	5 minutos aprox.	
<p>Análisis: Al no poseer el dedo pulgar, no es posible realizar la sujeción correcta de la herramienta de trabajo es decir la brocha para engrasar, lo que hace que el usuario se tome más tiempo para realizar esta actividad.</p>			


Fuente: Alvarez C. (2018)

### Ficha de observación 3.3.3: Tamizado

<p>TEMA: Tamizado de ingredientes</p> <p>Observador: Carla Alvarez T.</p> <p>Objetivo: Observar el proceso y tiempo de elaboración de pasteles</p> <p>Fecha: 29 de noviembre de 2018</p> <p>Lugar: Panadería y pastelería "Rosy", Latacunga.</p>			
Descripción	Herramientas	Tiempo	Imagen
Se pasa la harina con el polvo de hornear por un colador o tamizador	Recipiente hondo Tamizador	5 minutos aprox.	
<p>Análisis: Ya que la herramienta posee un mango plano, resulta difícil para el trabajador el sostenerlo entre los dedos índice y anular.</p>			


Fuente: Alvarez C. (2018)

### Ficha de observación 3.3.4: Batido

<p>TEMA: Batido</p> <p>Observador: Carla Alvarez T.</p> <p>Objetivo: Observar el proceso y tiempo de elaboración de pasteles</p> <p>Fecha: 29 de noviembre de 2018</p> <p>Lugar: Panadería y pastelería "Rosy", Latacunga.</p>			
Descripción	Herramientas	Tiempo	Imagen
Se realiza el batido de las claras de huevo a punto de nieve.	Recipiente hondo Batidor manual	15 minutos aprox.	
<p>Análisis: Se sostiene el batidor con dificultad entre los dedos índice y meñique, al no poseer el dedo pulgar, no es posible realizar la sujeción correcta de la herramienta de trabajo, lo que hace que el usuario se tome más tiempo para realizar esta actividad.</p>			


Fuente: Alvarez C. (2018)

### Ficha de observación 3.3.5: Mezclado

<p>TEMA: Mezclado</p> <p>Observador: Carla Alvarez T.</p> <p>Objetivo: Observar el proceso y tiempo de elaboración de pasteles</p> <p>Fecha: 29 de noviembre de 2018</p> <p>Lugar: Panadería y pastelería "Rosy", Latacunga.</p>			
Descripción	Herramientas	Tiempo	Imagen
<p>Se mezclan todos los ingredientes hasta obtener una masa homogénea.</p>	<p>Recipiente hondo Espátula</p>	<p>20 minutos aprox.</p>	
<p>Análisis: Al no poseer el dedo pulgar, no es posible realizar la sujeción correcta de la herramienta de trabajo, se sostiene la espátula con dificultad entre los dedos índice y meñique, lo que hace que el usuario se tome más tiempo para realizar esta actividad.</p>			

Fuente: Alvarez C. (2018)

### Ficha de observación 3.3.6: Decoración

<p>TEMA: Decoración</p> <p>Observador: Carla Alvarez T.</p> <p>Objetivo: Observar el proceso y tiempo de elaboración de pasteles</p> <p>Fecha: 03 de enero de 2018</p> <p>Lugar: Panadería y pastelería "Rosy", Latacunga.</p>			
Descripción	Herramientas	Tiempo	Imagen
Se aplica la crema sobre el pastel horneado	Espátula	15 minutos aprox.	
<p>Análisis: La herramienta se sujeta con dificultad entre los dedos índice y meñique. Al igual que la espátula para mezclar, no existe una correcta sujeción lo que provoca demoras e incomodidad en esta actividad.</p>			

Fuente: Alvarez C. (2018)

### Ficha de observación 3.3.7: Herramientas que intervienen en el proceso: Paletas

TEMA: Características de paletas de repostería				
Observador: Carla Alvarez T.				
Objetivo: Recolectar las características de las paletas usadas para la pastelería				
Fecha: 30 de noviembre de 2018				
<b>Marca</b>	Corempo			<b>Imagen</b> 
<b>Costo</b>	\$6,00	\$18,00	\$19,00	
<b>Longitud</b>	25cm.	35cm.	40cm.	
<b>Longitud de hoja</b>	9cm.	11,40cm.	11,40cm.	
<b>Ancho de la hoja</b>	6,5cm.	7cm.	7cm.	
<b>Características</b>	Paletas en silicona blanca, resiste hasta 500° F. resistentes y de bajo costo.			



Fuente: Alvarez C. (2018)

**Ficha de observación 3.3.8: Herramientas que interfieren en el proceso: Batidor manual**

<p>TEMA: Batidores</p> <p>Observador: Carla Alvarez T.</p> <p>Objetivo: Recolectar las características de batidores existentes en el mercado</p> <p>Fecha: 30 de noviembre de 2018</p>		
<b>Marca</b>	CousinStore	<b>Imagen</b>
<b>Costo</b>	\$13,00	
<b>Longitud</b>	32cm.	
<b>Marca</b>	Hodal	
<b>Costo</b>	\$8,00	
<b>Longitud</b>	25cm.	
<b>Características</b>	Batidores en acero inoxidable, resistentes y de precio accesible.	


Fuente: Alvarez C. (2018)

**Ficha de observación 3.3.9: Herramientas que interfieren en el proceso: Tamiz**

TEMA: Coladores		
Observador: Carla Alvarez T.		
Objetivo: Recolectar las características de coladores existentes en el mercado		
Fecha: 30 de noviembre de 2018		
<b>Marca</b>	Premier Housewares	<b>Imagen</b>
<b>Costo</b>	\$6,50	
<b>Longitud</b>	22cm.	
<b>Marca</b>	Metaltex	
<b>Costo</b>	\$9,00	
<b>Longitud</b>	18cm.	
<b>Características</b>	Coladores en acero inoxidable	


Fuente: Alvarez C. (2018)

**Ficha de observación 3.3.10: Herramientas que interfieren en el proceso: Brochas**

TEMA: Brochas para engrasar moldes		
Observador: Carla Alvarez T.		
Objetivo: Recolectar las características de las brochas existentes en el mercado		
Fecha: 30 de noviembre de 2018		
<b>Marca</b>	BakewSilicone	<b>Imagen</b>
<b>Costo</b>	\$5,50	
<b>Longitud</b>	17 x 3,5cm.	
<b>Características</b>	Brocha de silicona, apta para el contacto con alimentos, material resistente y durable.	

Fuente: Alvarez C. (2018)

**Ficha de observación 3.3.11: Herramientas que interfieren en el proceso: Espátula para decorar**

TEMA: Espátula para decorar		
Observador: Carla Alvarez T.		
Objetivo: Recolectar las características de espátulas existentes en el mercado		
Fecha: 30 de noviembre de 2018		
<b>Marca</b>	Joyee	<b>Imagen</b>
<b>Costo</b>	\$4,00	
<b>Longitud</b>	27x3cm	
<b>Características</b>	Espátula de acero inoxidable con mango de madera.	

Fuente: Alvarez C. (2018)

### 3.4. Análisis e interpretación de resultados

#### 3.4.1. Análisis de la entrevista con el especialista

La razón por la que el paciente sufrió la pérdida de sus dedos, ocupa el segundo lugar en las causas de amputaciones dentro de la provincia de Cotopaxi, ya que existen industrias que se dedican a la creación de pirotecnia sin permisos y las consideraciones que supone este riesgoso trabajo. Muchas personas prefieren no usar una prótesis, pero los que, si optan por esta opción, prefieren las prótesis estéticas o mecánicas, por su costo. La elección de una prótesis adecuada depende de varios factores, es importante realizar una valoración adecuada del estado actual del miembro para poder determinar cuál es la prótesis que mejor se adapta al paciente. Lo importante

en una prótesis es que brinde una mejoría al paciente al momento de realizar sus tareas.

#### **3.4.2. Análisis de la entrevista al usuario**

Las herramientas que utiliza el trabajador en el proceso de elaboración de pasteles, no se adaptan a las necesidades provocadas por su situación, resulta muy difícil sostenerlas y manejarlas, el usuario debe adaptarse a ellas y realizar su trabajo a pesar de la incomodidad que presenta.

### **3.5. Conclusiones de resultados**

Después de la valoración del paciente por parte del médico, se determina que la prótesis debe ser funcional y estética; funcional obviamente para que su uso represente una mejoría al realizar el trabajo, estético porque es un aspecto importante dentro del diseño industrial, la prótesis no necesariamente debe parecerse a la anatomía exacta de la mano.

Con el resultado de las fichas de observación de los utensilios, se determina las características que debe tener la prótesis para adaptarse adecuadamente al usuario, se plantea que las medidas de las herramientas sean las mismas de las que se encuentran en el mercado.

La prótesis tendrá forma de un guante que cubrirá la parte de los dedos de la mano, sobre la cual se acoplarán mediante pasadores, las herramientas para realizar su trabajo y vendrán incluidas en el paquete al momento de adquirirla.

Para evitar rozaduras, se considera un guante de algodón, el mismo que aislará permitirá la ventilación de la piel, además, es flexible y resistente al ataque de agentes patógenos.

En el siguiente capítulo se menciona de una manera más detallada el diseño del producto.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

#### **4.1. Objetivo/ o tema y datos informativos**

La prótesis está destinada a los procesos que se llevan dentro de una pastelería para la realización de pasteles, tales actividades son: tamizar ingredientes, mezclarlos y batirlos, engrasar los moldes y decorar. La persona que usará el objeto es el Sr. Carlos Alvarez, quien labora en la Panadería y Pastelería "Rosy", ubicada en la ciudad de Latacunga. Hace algunos años, el usuario sufrió de una amputación parcial en su mano derecha, lo que representa una limitación al momento de realizar su trabajo.

#### **4.2. Antecedentes y justificación**

La prótesis beneficiará al trabajador, ya que con el uso del accesorio paleta se logrará mezclar los ingredientes de forma sencilla, con el accesorio batidor, fácilmente se podrán batir los ingredientes que requieran ser incorporados de aire, como las claras de huevo; además, se incluye la herramienta brocha, para facilitar el engrasado en los moldes y para tamizar las harinas se incorpora la herramienta tamiz, la misma que separará los ingredientes secos, dotándoles de aire y soltura. con la herramienta espátula, se podrá decorar los pasteles de forma rápida y sencilla. Todos estos accesorios se podrán adaptar a la prótesis, con esto se espera optimizar el tiempo que toma la elaboración de los productos dentro de la pastelería.

## 4.3. Proceso de diseño

### 4.3.1. Marca

La marca de prótesis de mano que se usa para este proyecto es ProtoFinger”, este nombre está formado por dos palabras, “Proto” que hace referencia a la palabra Prótesis y “Finger” que en inglés significa dedo.

#### 4.3.1.1. Isologo

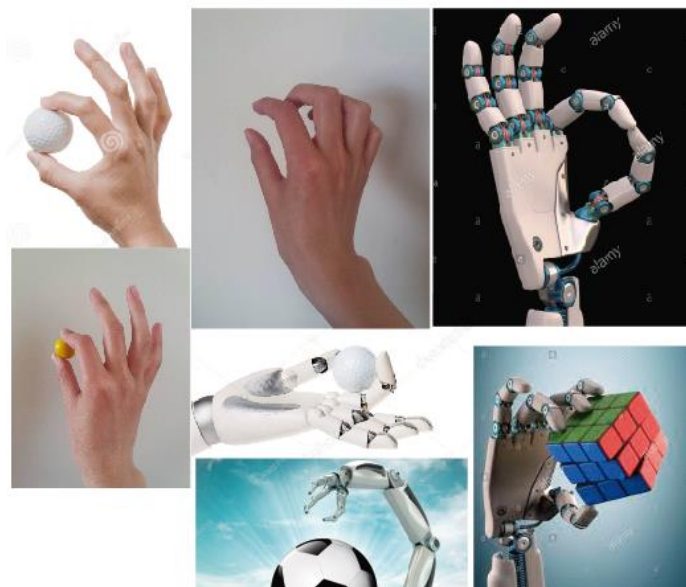
El isologo muestra el nombre de la prótesis y una manó robótica sosteniendo una pequeña pelota, que a su vez es la letra “O” del nombre.

Imagen 4.1: Isologo Protofinger



Fuente: Alvarez C.

**Imagen 4.2: Inspiración para el isologo**








Fuente: Alvarez C.

#### 4.3.1.2. Cromática

Los colores que se utilizaron se muestran a continuación. El color gris representa seriedad y el compromiso de calidad y confort que tiene la marca, los tonos azules representan seguridad y confianza.

**Imagen 4.3: Cromática Protofinger**

	R: 0 G: 45 B: 129 #: 002D81	C: 100% M: 95% Y: 5% K: 40%		R: 112 G: 112 B: 111 #: 70706F	C: 65% M: 56% Y: 54% K: 2%
	R: 166 G: 166 B: 166 #: A6A6A6	C: 40% M: 30% Y: 31% K: 0%		R: 194 G: 194 B: 193 #: C2C2C1	C: 27% M: 21% Y: 22% K: 0%
	R: 203 G: 333 B: 242 #: CBDEF2	C: 28% M: 6% Y: 0% K: 0%			

Fuente: Alvarez C.

### 4.3.1.3. Tipografía

Para el logotipo se aplicó la tipografía Bauhaus 93. Se tomaron en cuenta esta tipografía ya que transmite modernidad y fuerza.

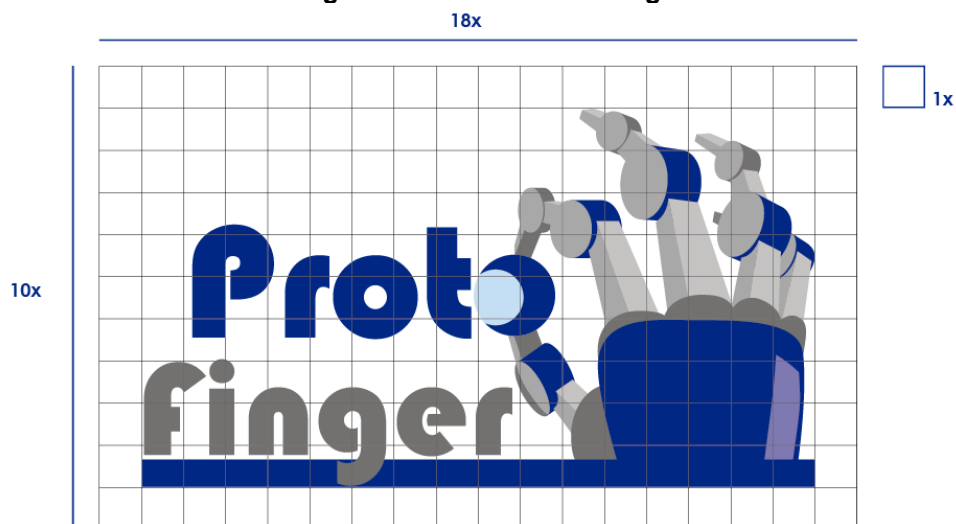
Imagen 4.4: Tipografía Protofinger

**Aa Bb Cc Dd Ee Ii Jj Kk Ll**  
**Mm Nn Ññ Oo Pp Qq Rr Ss Tt**  
**Uu Vv Ww Xx Yy Zz**  
**1 2 3 4 5 6 7 8 9**

Fuente: Alvarez C.

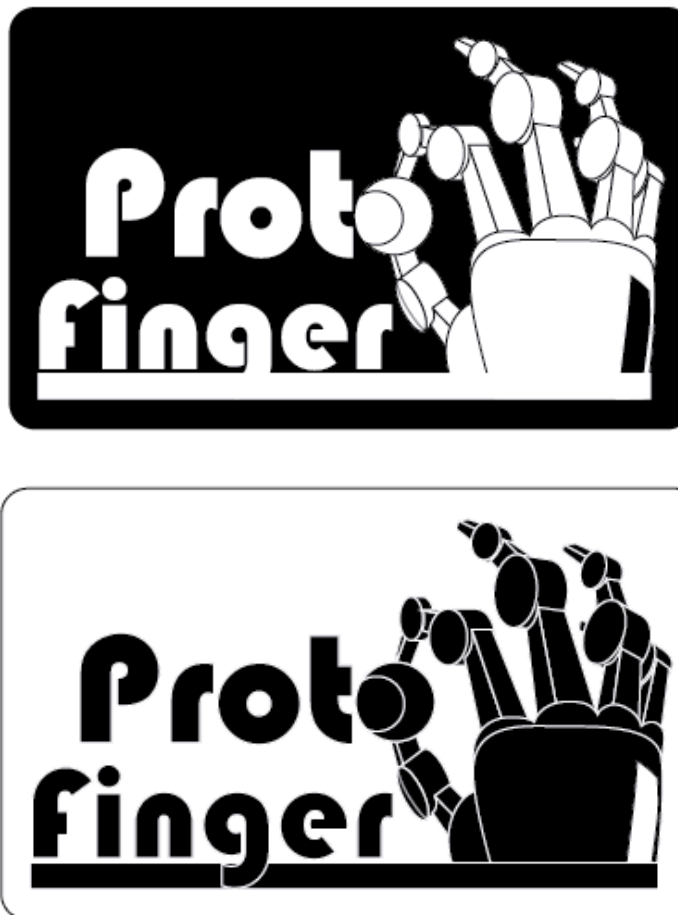
### 4.3.1.4. Retícula

Imagen 4.5: Retícula Protofinger



Fuente: Alvarez C.

Imagen 4.6: Negativo y positivo



Fuente: Alvarez C.

#### 4.3.1.5. Usos permitidos

Imagen 4.7: Usos permitidos



Fuente: Alvarez C.

#### 4.3.1.6. Usos prohibidos

**Imagen 4.8: Usos prohibidos**

Deformación



Tipografía incorrecta

Ocultación - Espaciado incorrecto



Fuente: Alvarez C.

#### 4.3.2. Metodología de diseño

Para el presente proyecto la metodología que se desarrolla es la de Bernd Lobach ya que presenta puntos clave para la creación y construcción de objetos industriales, que es lo que queremos lograr con esta investigación. A continuación, se detalla el proceso de diseño:

##### ❖ Primera fase: Preparación

Se comienza con el establecimiento y delimitación del tema, se analiza el contexto en el que aparece el problema junto con su comportamiento.

❖ Segunda fase: Incubación

Para encontrar la o las posibles soluciones al problema, se recopila información de publicaciones y tesis antes realizadas. Con esta información se clasifica cual es la más adecuada.

❖ Tercera fase: Iluminación

Se revisan las alternativas de diseño y se escoge la más adecuada y que resuelva el problema planteado.

❖ Cuarta fase: Verificación

Se procede a la construcción del objeto escogido, que cubra todas las necesidades presentadas anteriormente en el análisis del problema.


#### **4.3.2.1. Primera fase: Preparación**

En la ciudad de Latacunga, en la panadería y pastelería “Rosy” labora el Sr. Carlos Alvarez, quien es el encargado de realizar los diferentes productos que se comercializan en el local. Hace algunos años el trabajador tuvo un accidente no relacionado con sus labores, por la explosión de una bolsa de pólvora sufrió una mutilación parcial de la mano derecha, perdió de manera completa el dedo pulgar, y parcial los dedos medio y anular. Lo que le causa dificultad para realizar sus labores además de la incomodidad que siente en su entorno social. Estas condiciones particulares de la mutilación de la mano, lo hacen un caso de estudio adecuado para este proyecto de investigación. En base a la observación se han determinado las actividades que realiza, el

sujeto de estudio: tamizado de harinas, engrasado de moldes, batido, mezclado y decoración.

A continuación, se detallan en forma de tablas, las necesidades y requerimientos encontrados para cada una de las actividades que realiza el usuario.

Tabla 4.1: Requerimientos y necesidades generales



**FICHA DE NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS GENERALES**


Necesidad	Requerimiento																														
Confort ergonómico y antropométrico	<p>Dimensiones antropométricas de la mano:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Medidas de la mano</th> <th rowspan="2">Largo</th> <th colspan="2">Grosor</th> </tr> <tr> <th>Base proximal</th> <th>Extremo distal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dedo índice</td> <td>8 cm.</td> <td>7,5 cm.</td> <td>5 cm.</td> </tr> <tr> <td>Dedo meñique</td> <td>6 cm.</td> <td>6,5 cm.</td> <td>5,5, cm.</td> </tr> <tr> <td>Dedo anular</td> <td>3,5 cm.</td> <td>7,5 cm.</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Palma</td> <td>9 cm.</td> <td colspan="2">7 cm.</td> </tr> <tr> <td>Perímetro de la muñeca</td> <td colspan="3">17 cm.</td> </tr> <tr> <td>Extensión del antebrazo</td> <td colspan="3">24 cm.</td> </tr> </tbody> </table>	Medidas de la mano	Largo	Grosor		Base proximal	Extremo distal	Dedo índice	8 cm.	7,5 cm.	5 cm.	Dedo meñique	6 cm.	6,5 cm.	5,5, cm.	Dedo anular	3,5 cm.	7,5 cm.	-	Palma	9 cm.	7 cm.		Perímetro de la muñeca	17 cm.			Extensión del antebrazo	24 cm.		
Medidas de la mano	Largo			Grosor																											
		Base proximal	Extremo distal																												
Dedo índice	8 cm.	7,5 cm.	5 cm.																												
Dedo meñique	6 cm.	6,5 cm.	5,5, cm.																												
Dedo anular	3,5 cm.	7,5 cm.	-																												
Palma	9 cm.	7 cm.																													
Perímetro de la muñeca	17 cm.																														
Extensión del antebrazo	24 cm.																														
Función simbólica	De acuerdo al estilo futurista se requieren formas simples, junto con las formas propias de la anatomía de la mano. Los colores que se manejan seran en escala de grises y tonos azules.																														
Materiales adecuados	Material resistente y liviano para la estructura y herramientas acoplables, apto para el contacto con alimentos. Material Textil que permita la ventilación de la piel, repela las bacterias y la humedad.																														


Fuente: Alvarez C.


Tabla 4.2: Necesidades y requerimientos por actividad. Primera parte



## FICHAS DE NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS POR ACTIVIDAD


Actividad	Tamizado de ingredientes
<b>Necesidad</b>	Requerimiento
<b>Forma adecuada para implementar el tamiz</b>	Mantener la forma de colador con las dimensiones adecuadas para el usuario. 
<b>Función práctica</b>	Sostener el molde con la preparación para llevarlo al horno. Peso: 1 lb.

Actividad	Engrasado de moldes
<b>Necesidad</b>	Requerimiento
<b>Herramienta en forma de brocha para engrasar.</b>	La herramienta deberá tener la siguiente dimensión: 4cm. de ancho. 
<b>Función práctica</b>	La brocha es usada para colocar la margarina sobre los moldes para engrasarlos.


Actividad	Batido de claras de huevo
<b>Necesidad</b>	Requerimiento
<b>Forma adecuada para incorporar aire en una mezcla.</b>	Forma con ranuras envolventes por donde ingrese el aire a la mezcla. Dimensiones: largo 12 cm. diámetro: 5 cm. 
<b>Función práctica</b>	Agregar aire a los ingredientes con movimientos manuales envolventes.

Fuente: Alvarez C.

Tabla 4.3: Necesidades y requerimientos por actividad. Segunda parte

Actividad	Mezcla de ingredientes
<b>Necesidad</b>	Requerimiento
Forma adecuada de la herramienta para obtener una masa homogénea	Forma de espátula, recta con bordes redondeados. Dimensiones: 7 cm de ancho. 
<b>Función práctica</b>	Herramienta para realizar la mezcla de los ingredientes para la preparación.

Actividad	Decoración de pasteles
<b>Necesidad</b>	Requerimiento
Cubrir el pastel con la mezcla para decorar	Forma de espátula, recta con bordes redondeados. Dimensiones 10 - 12 cm. 
<b>Función práctica</b>	Aplicación manual de crema sobre el pastel.

Fuente: Alvarez C.

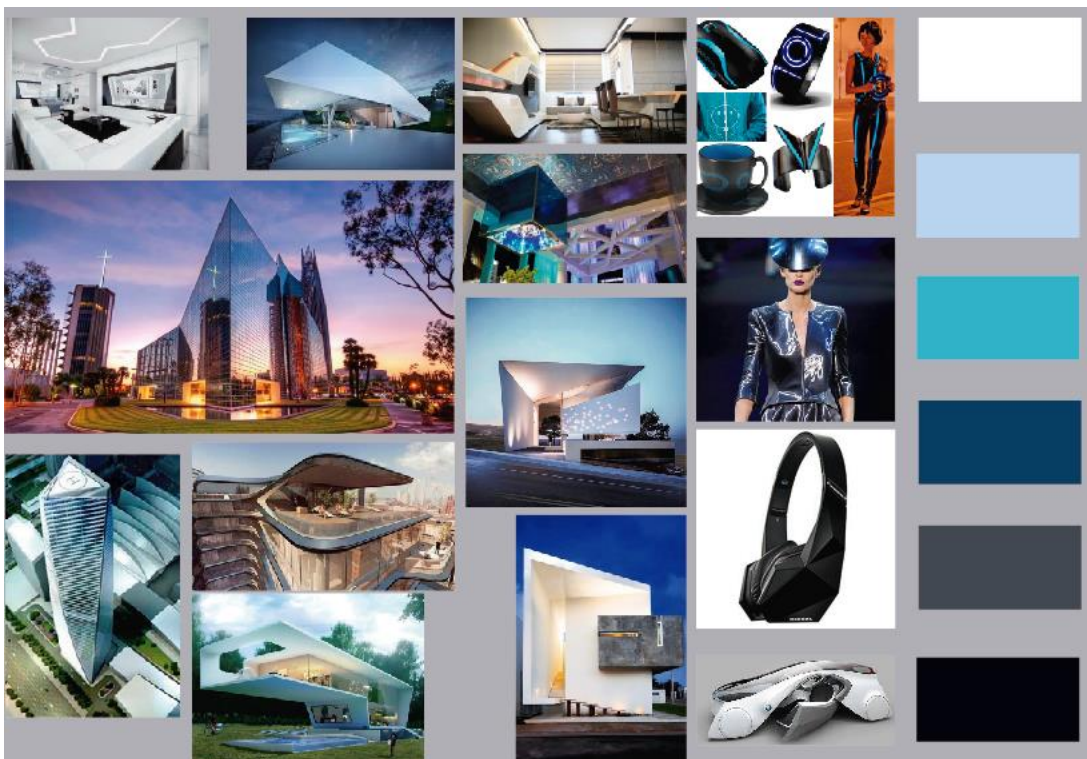
Junto con los requerimientos funcionales se encuentran los requerimientos estéticos detallados a continuación:

Se escogió el estilo futurista para el proyecto ya que lo que se quiere representar con el objeto que se va a construir, es la sensación visual de tecnología, funcionalidad, sencillez y practicidad. Estas características nos brindan la morfología y cromática de este estilo.

A continuación, se presenta un conjunto de imágenes en donde se pueden observar objetos y ambientes inspirados en el estilo Futurista, de estas

imágenes se obtuvo la cromática, la cual se visualiza en la parte derecha del Moadboard.

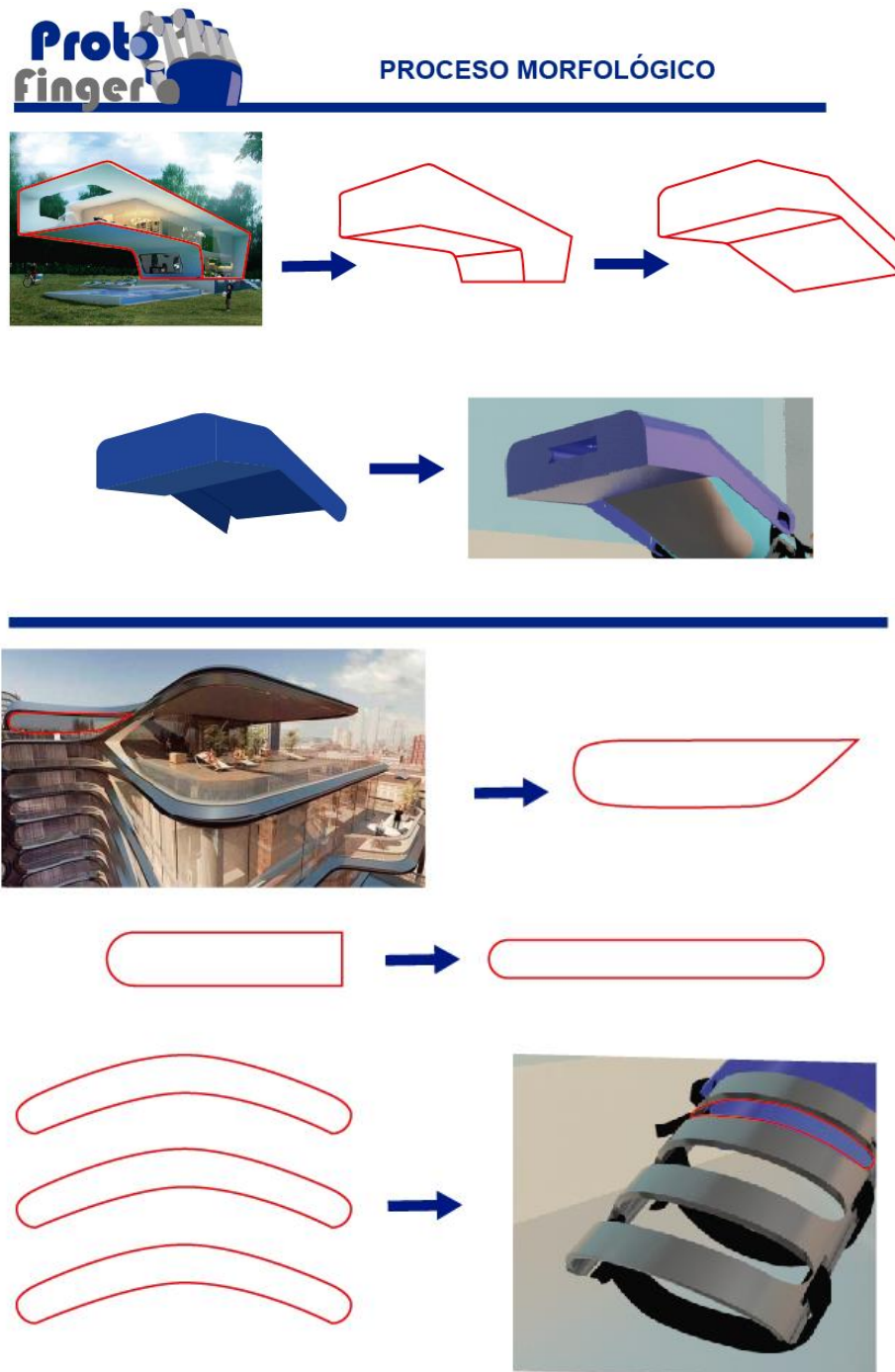
**Imagen 4.9: Moadboard cromática**



Fuente: Alvarez C.

Junto con la cromática se determinó la morfología básica que se adecua a la forma de la mano del usuario para que el objeto sea ergonómico, con líneas geométricas simples y limpias, combinando la comodidad con el estilo.

Imagen 4.10: Morfología

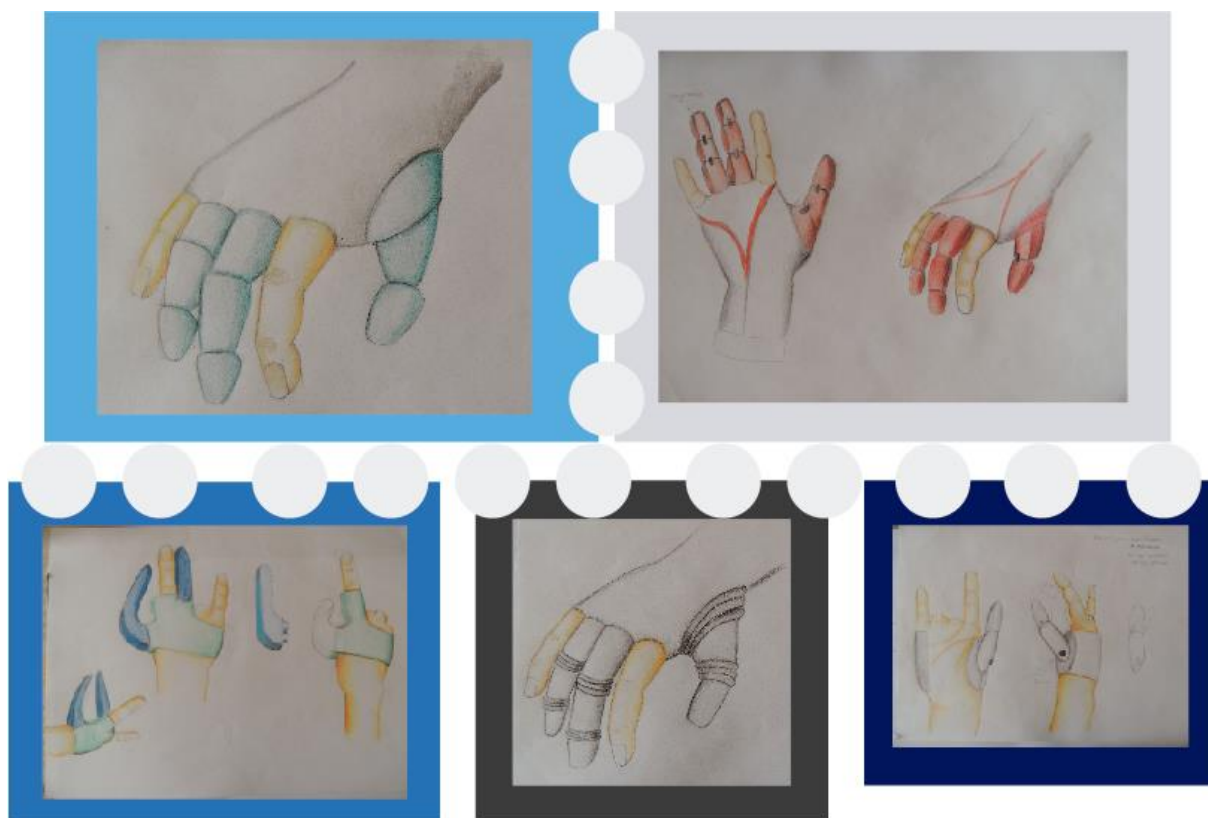


Fuente: Alvarez C.

#### 4.3.2.2. Segunda fase: Incubación

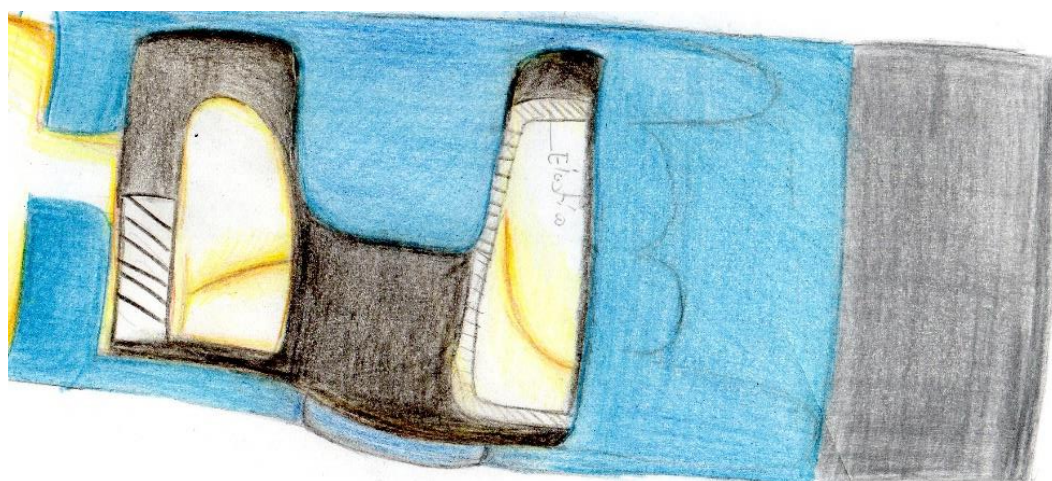
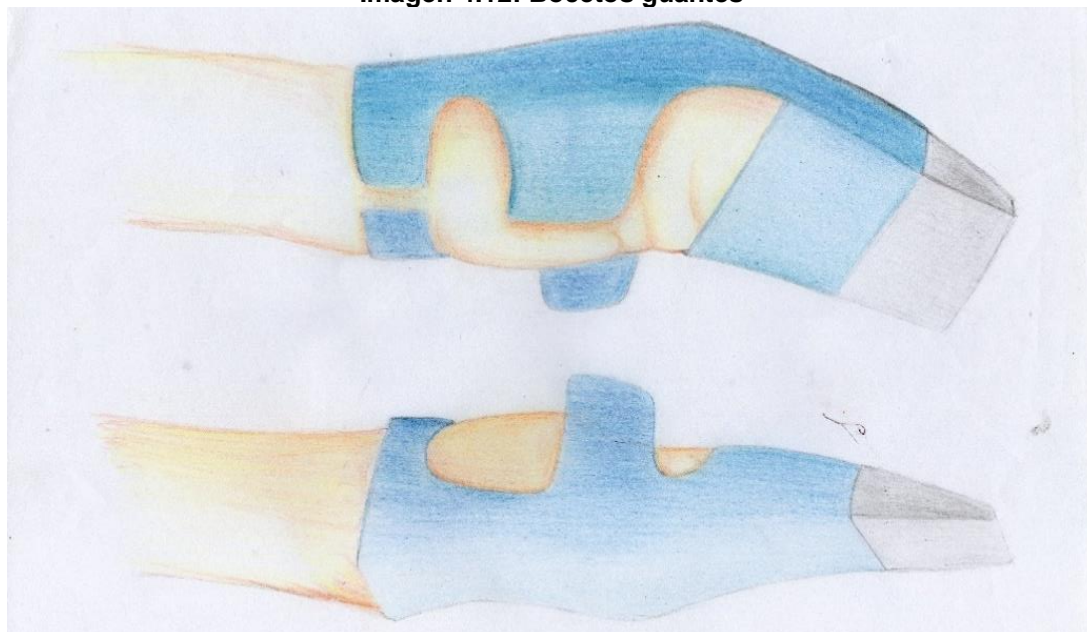
En esta fase se realiza la presentación de distintas propuestas para analizar su factibilidad y funcionalidad.

Imagen 4.11: Bocetos Prótesis Mioeléctrica



Fuente: Alvarez C.

Imagen 4.12: Bocetos guantes



Fuente: Alvarez C.

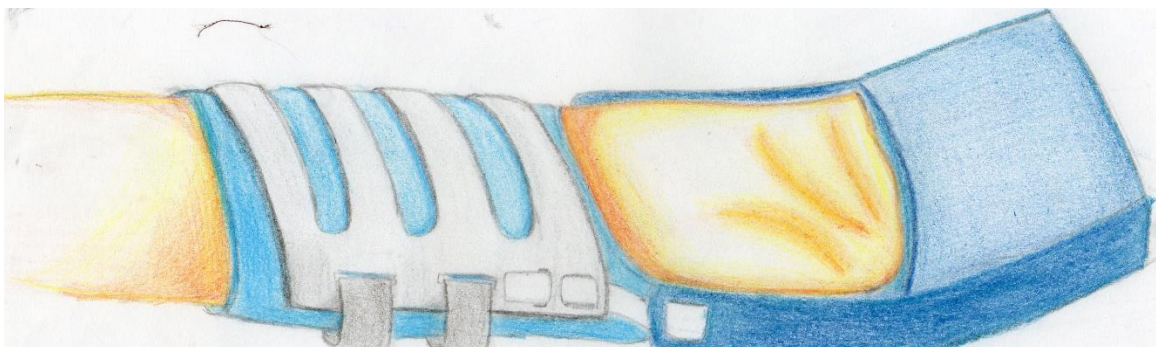
#### 4.3.2.3. Tercera fase: Iluminación

Finalmente se plantea una prótesis conformada por tres piezas: la primera, un guante que cubra parcialmente la parte superior de la mano de un material rígido. La segunda pieza cubrirá parte del antebrazo y permitirá la movilidad de la muñeca y la mano, se ajustará con la ayuda de correas a la medida del usuario. A su vez estas dos piezas se unirán con correas permitiendo la flexibilidad entre ellas.

La tercera parte es el conjunto de herramientas acoplables que intervienen en el proceso de elaboración de un pastel y que representan una dificultad para el trabajador, las mismas, optimizando el espacio y los materiales.

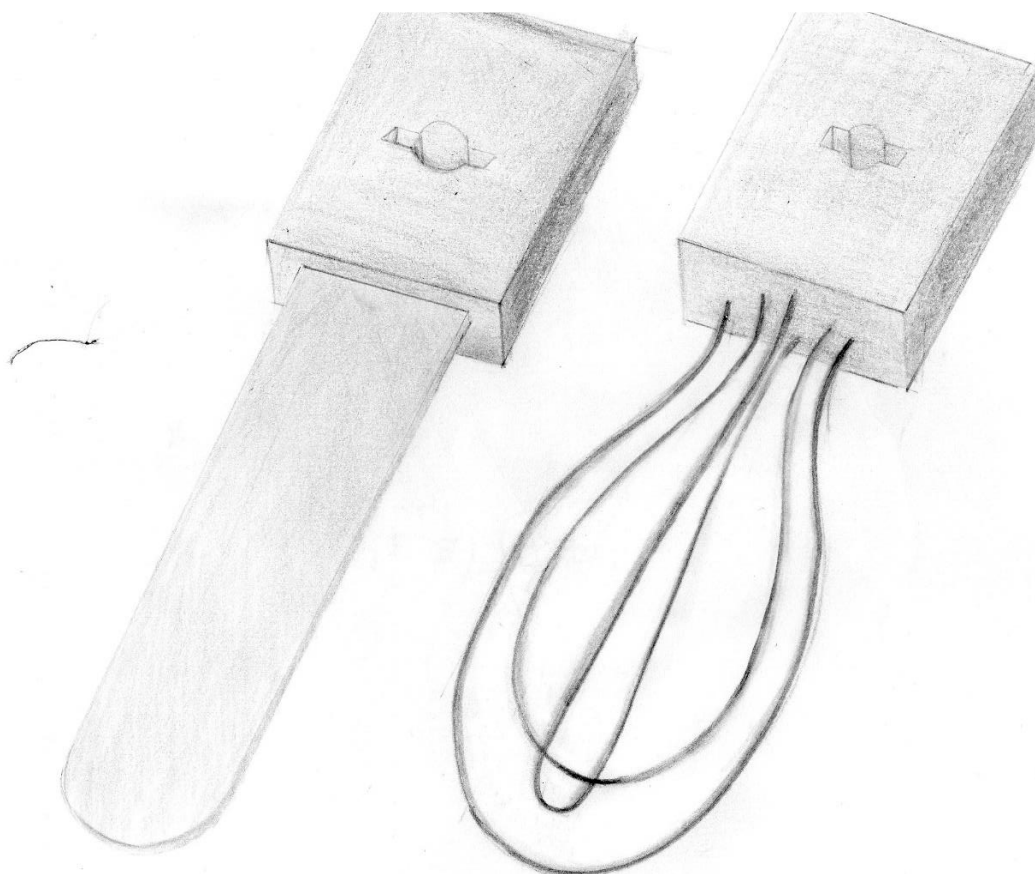
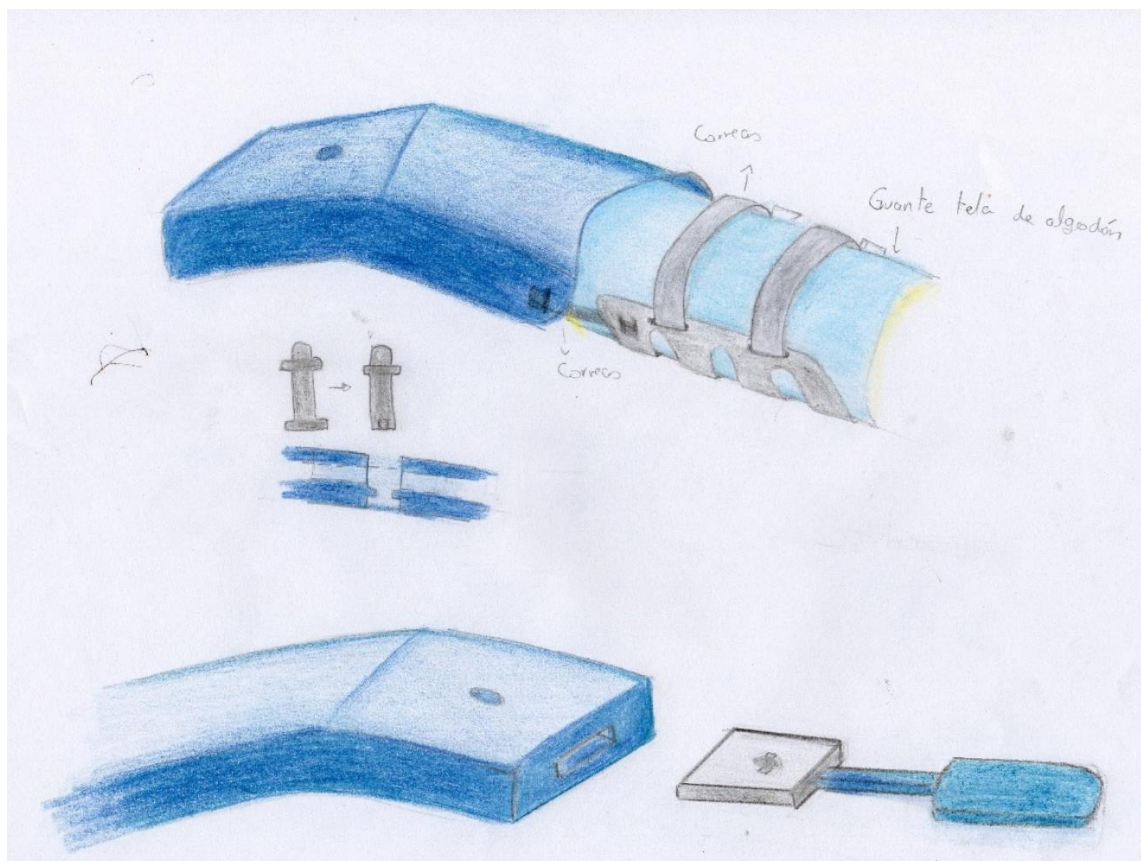
En la parte interna, se cubrirá la mano con un guante hecho de material textil absorbente, generando confort en el trabajador.

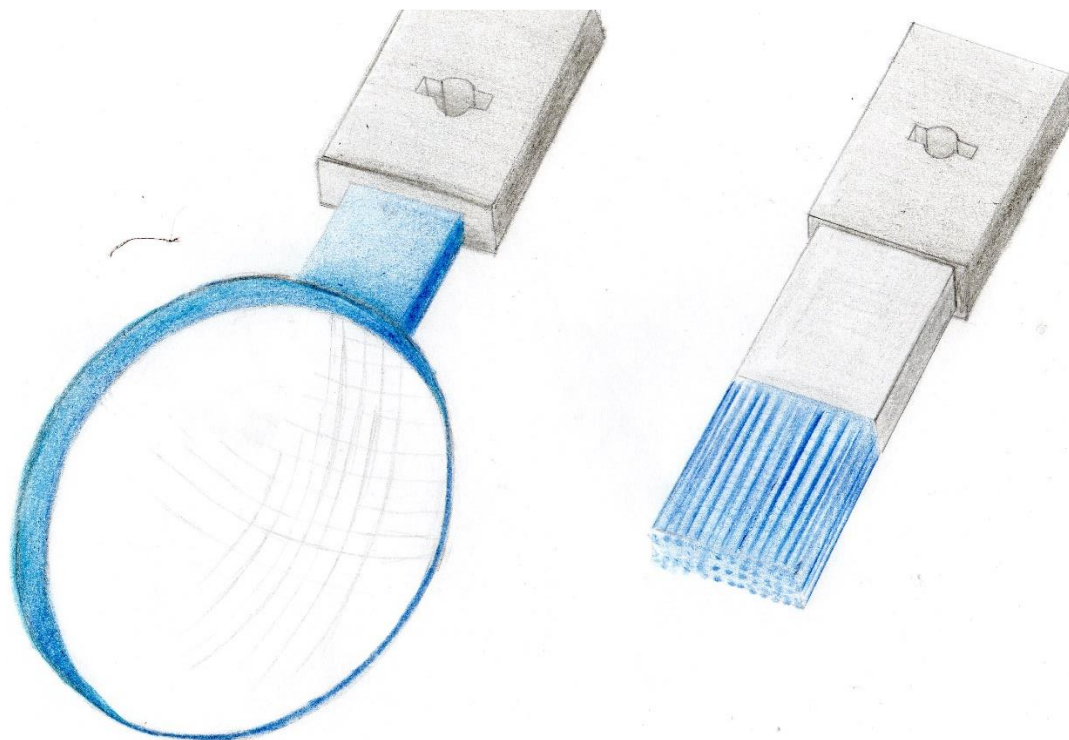
**Imagen 4.13: Bocetos guante semi cerrado**



Fuente: Alvarez C.

Imagen 4.14: Herramientas de la prótesis





Fuente: Alvarez C.

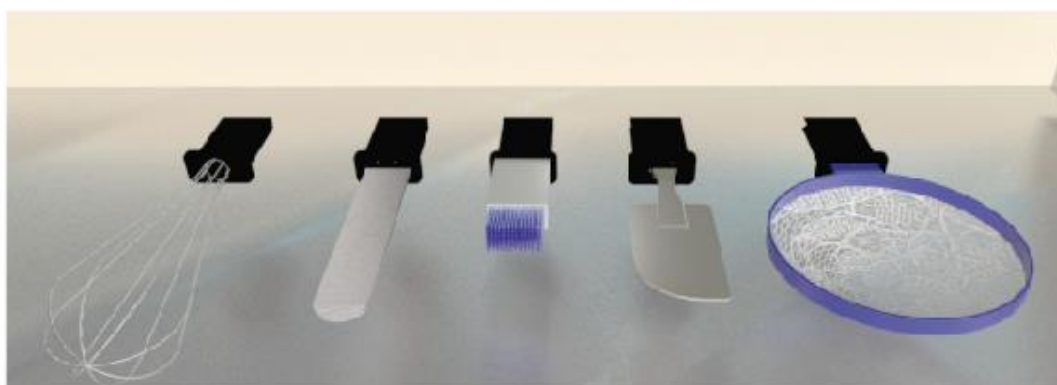
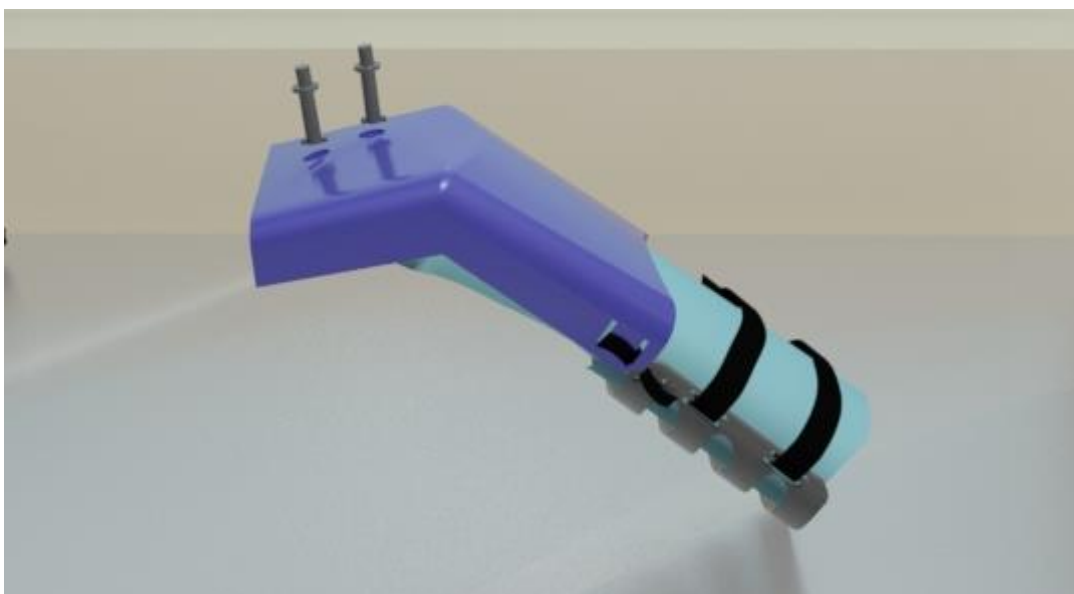
#### **4.3.2.4. Cuarta fase: Verificación**

De acuerdo a la metodología, la última fase es en donde se realiza la mejor solución al problema, se presenta una valoración definitiva del producto antes de construirlo. En este apartado se establece si la solución cumple con los requisitos planteados anteriormente en la primera fase.

Imagen 4.15: Proceso cromático



## PROCESO CROMÁTICO



	R: 36 C: 96 % #: 24408A G: 64 M: 86 % B: 138 Y: 6 % K: 0 %		R: 70 C: 80 % #: 464950 G: 73 M: 73 % B: 80 Y: 60 % K: 21 %
	R: 0 C: 100 % #: 0000 G: 0 M: 100 % B: 0 Y: 100 % K: 100 %		R: 191 C: 33 % #: BFD2EC G: 210 M: 11 % B: 236 Y: 0 % K: 0 %

Fuente: Alvarez C.

Tabla 4.4: Materiales Seleccionados para la construcción de la prótesis



## MATERIALES SELECCIONADOS

<p><b>PLA</b> Este plástico derivado del almidón de maíz, ya que posee gran resistencia y es apto para el contacto con alimentos, es el escogido para la pieza principal de la prótesis, para los pasadores que unirán la pieza principal con las herramientas acoplables, para la pieza del antebrazo y el tamiz.</p>	
<p><b>Silicona VMQ Vinil Metil Siloxano</b> Este material es resistente, flexible y apto para el contacto con alimentos. por lo que se usará para la elaboración de la paleta ,para el proceso de mezclado de ingredientes, y para la brocha en el proceso de engrasado de moldes.</p>	
<p><b>Acero Inoxidable</b> Este material se usará en las barillas del batidor y la espátula pardecorar, por ser liviano, por su resistencia a la corrosión y a la rotura.</p>	
<p><b>Tela Microperforada y algodón</b> La unión de estos dos textiles, ofrece ventilación, protección contra bacterias, es resistente, facil de lavar y duradera. Por estas razones es apta para la confección del guante interior de la prótesis.</p>	

Fuente: Alvarez C.



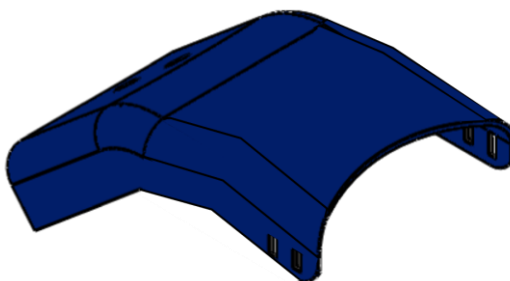
## FUNCIONAMIENTO DE LA PRÓTESIS

---

### Cobertor de dedos

Esta estructura es la pieza principal de la prótesis, en donde el usuario ingresará los dedos de su mano, a esta pieza se le unirán, por delante, las herramientas para realizar las actividades, por medio de un pasador y la pieza del antebrazo por la parte de atrás.

Imagen 4.16: Cobertor de dedos



Fuente: Alvarez C.

### Antebrazo

Esta pieza se ubicará en la parte posterior de muñeca, se unirá al cobertor de dedos por medio de correas ubicadas a los lados, de esta manera se garantiza flexibilidad en los movimientos que realiza el usuario.

Imagen 4.17: Pieza Antebrazo

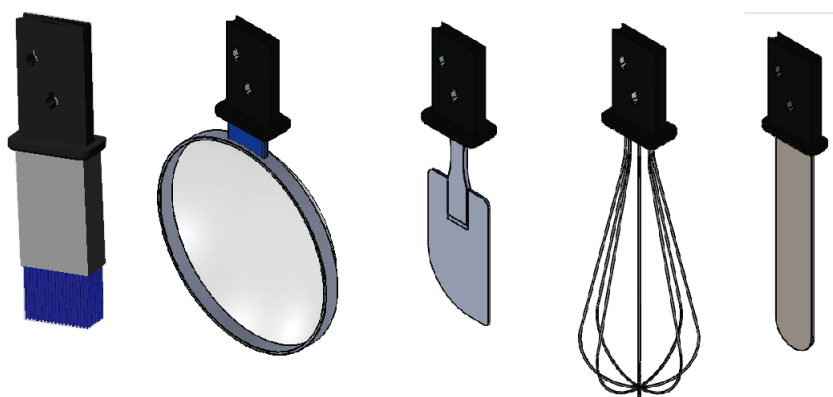


Fuente: Alvarez C.

## Herramientas

Las cinco herramientas tienen un mango en común, que ingresa a la parte delantera del cobertor y se acopla al mismo con la ayuda de dos pasadores, para darle una mayor seguridad al usuario. Dichos accesorios cumplen las funciones de tamizar, mezclar, batir, engrasar y decorar.

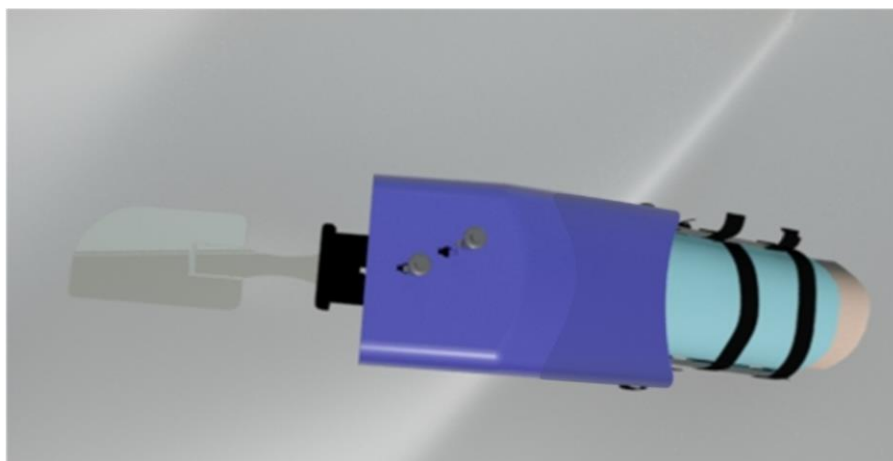
**Imagen 4.18: Herramientas de la prótesis**

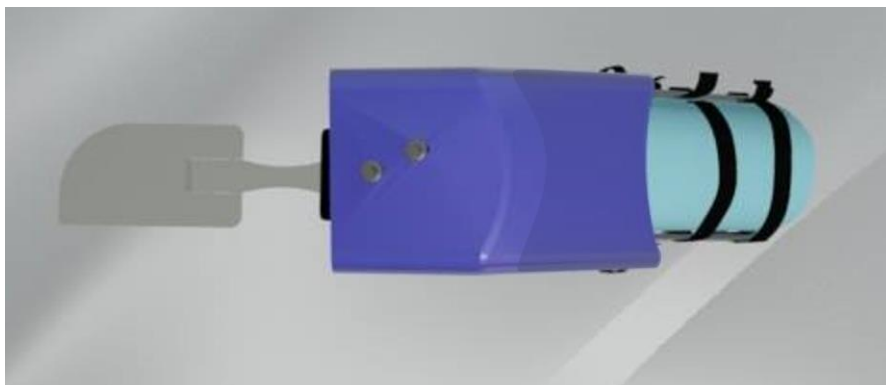


Fuente: Alvarez C.

En las siguientes imágenes podemos ver una secuencia del armado de las herramientas con el cobertor.

**Imagen 4.19: Montaje de la prótesis**

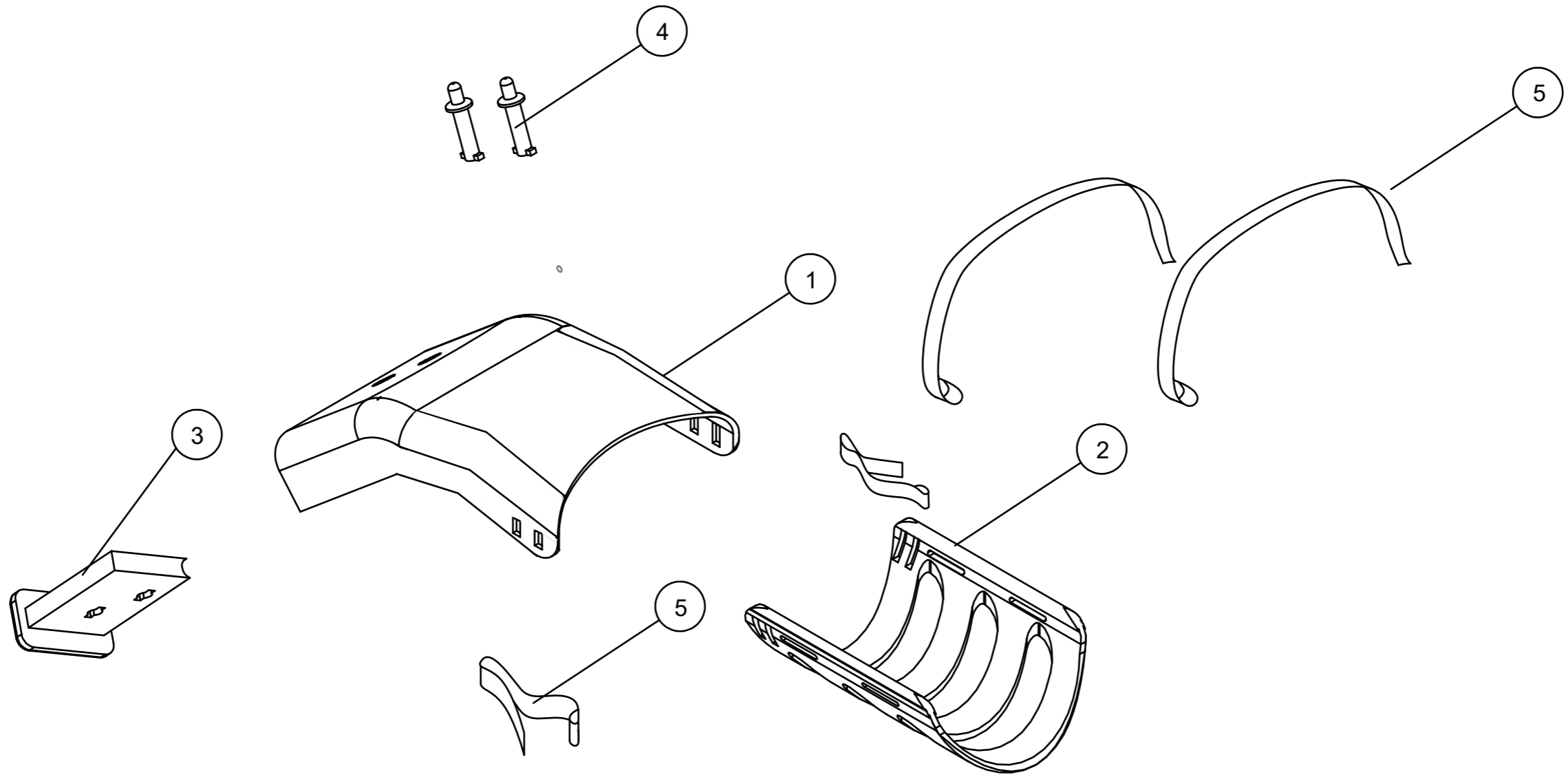




Fuente: Alvarez C.

#### **4.4. Representación técnica**

A continuación, se presentan los planos correspondientes a la propuesta elegida para construir.

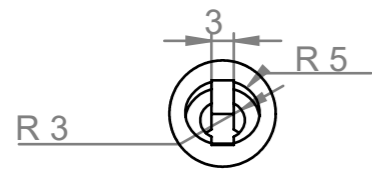


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	Guante	PLA	1
2	Antebrazo	PLA	1
3	Pieza Base	PLA	1
4	Pasador	PLA	2
5	Correas	Nylon, Velcro	4

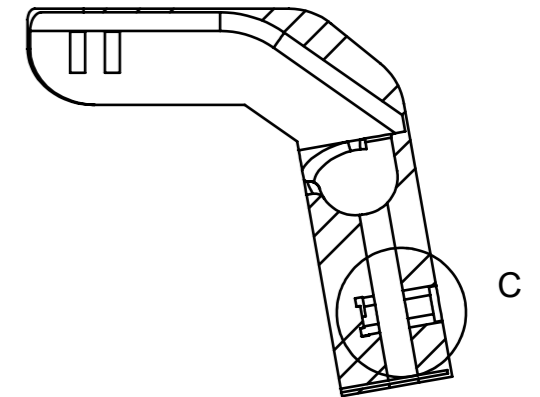
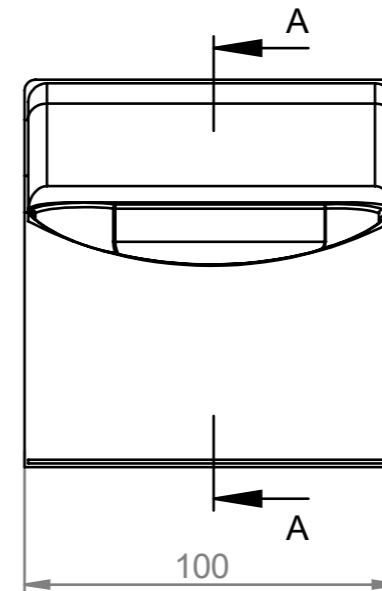
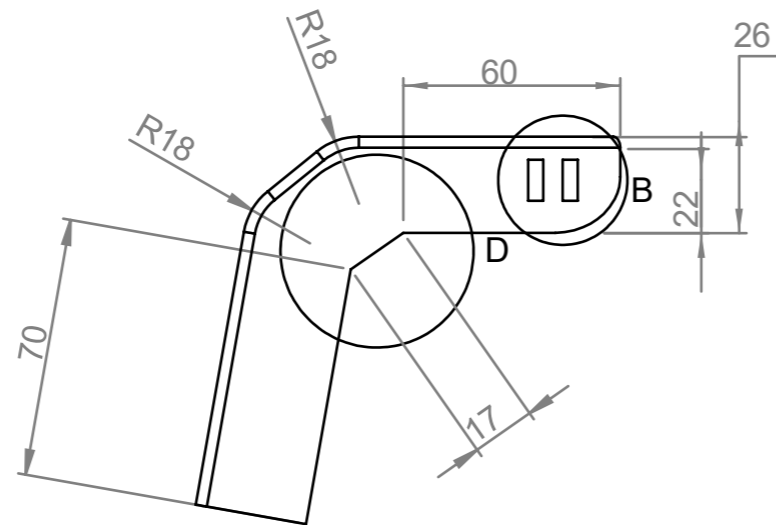
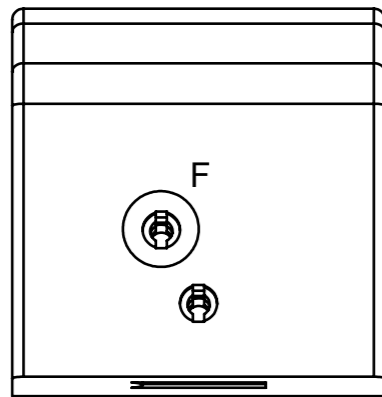
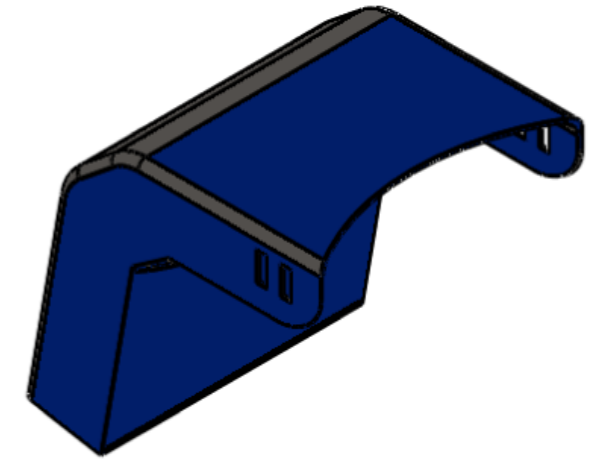
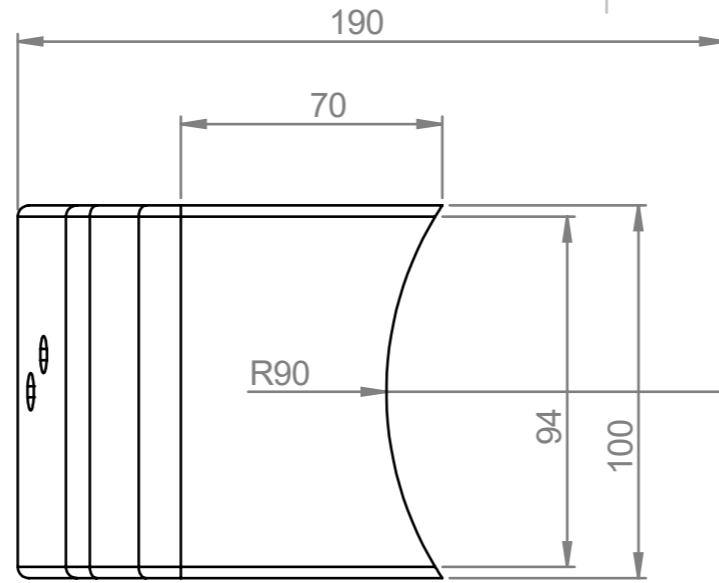


TÍTULO:  
**Explosión Prótesis**

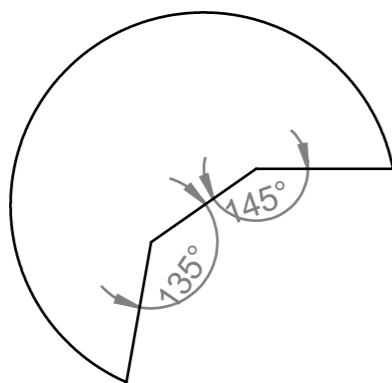
DIBUJADO	NOMBRE Carla Alvarez T.	MATERIAL:	N.º DE DIBUJO <b>01</b>	A3
VERIFICADO	Ing. Santiago Acurio		ESCALA:1:5	
APROBADO	Ing. Santiago Acurio		HOJA 1 DE 16	



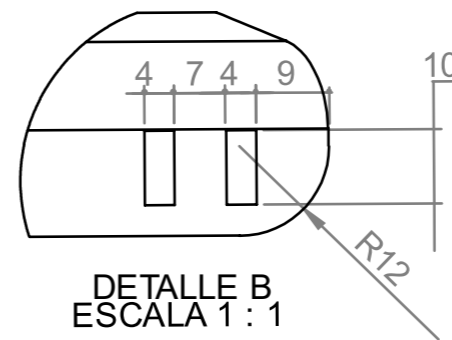
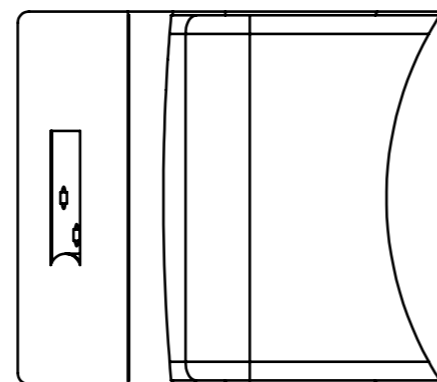
DETALLE F  
ESCALA 1 : 1



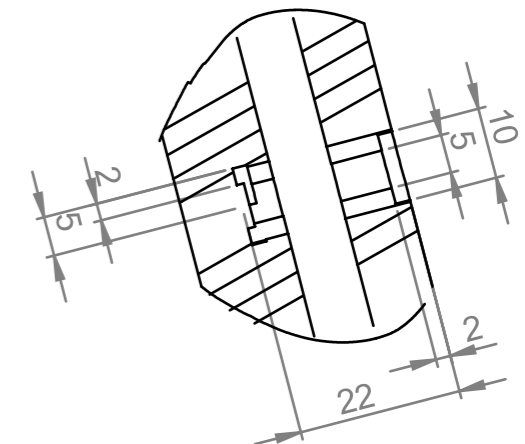
SECCIÓN A-A



DETALLE D  
ESCALA 1 : 1



DETALLE B  
ESCALA 1 : 1

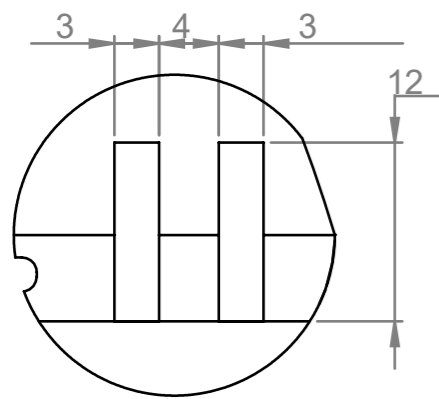
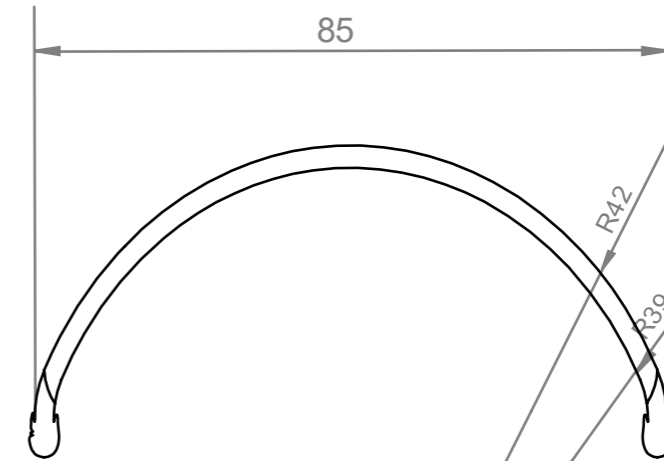
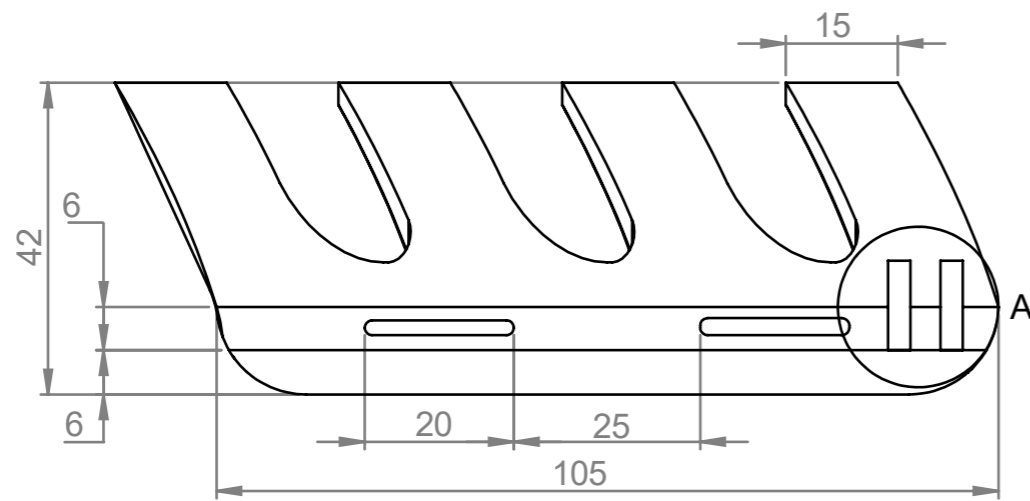
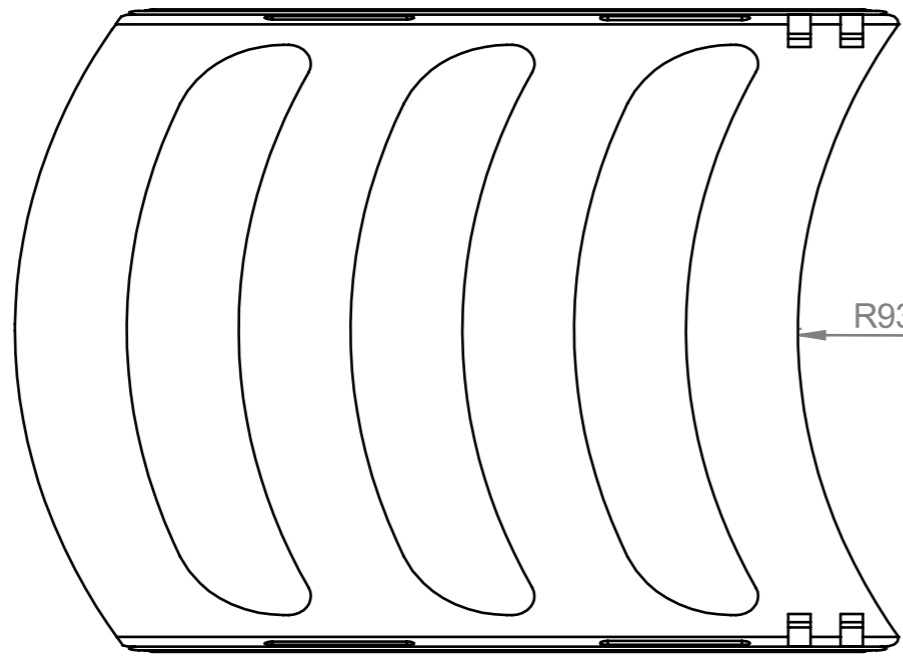


DETALLE C  
ESCALA 1 : 1



TÍTULO:  
**Cobertor de dedos**

NOMBRE		FIRMA		MATERIAL: PLA		N.º DE DIBUJO		A3	
DIBUJ. Carla Alvarez T.						02			
VERIF. Ing. Santiago Acurio						ESCALA:1:2		HOJA 1 DE 14	
APROB. Ing. Santiago Acurio									



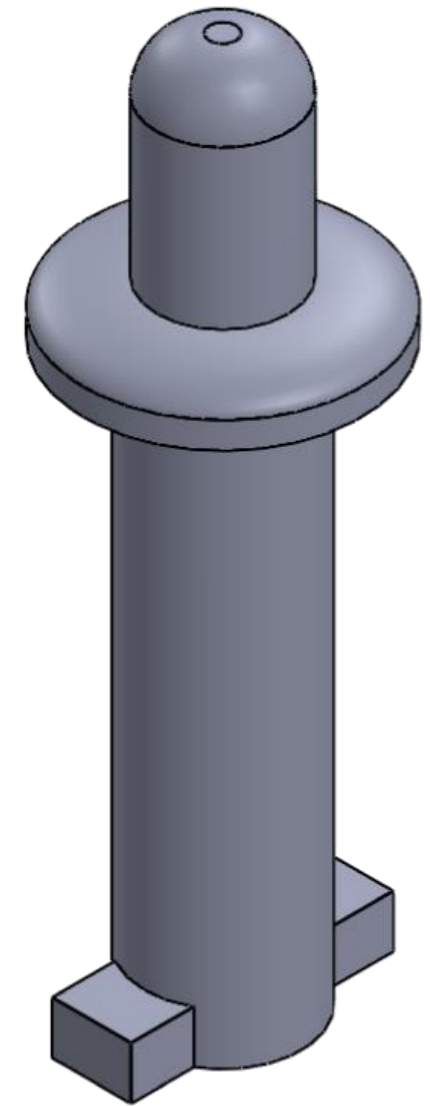
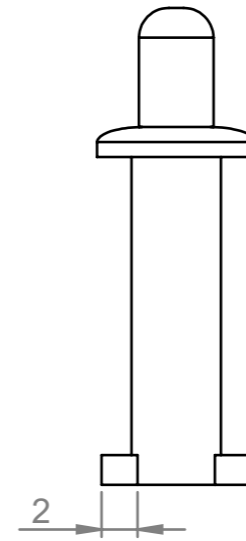
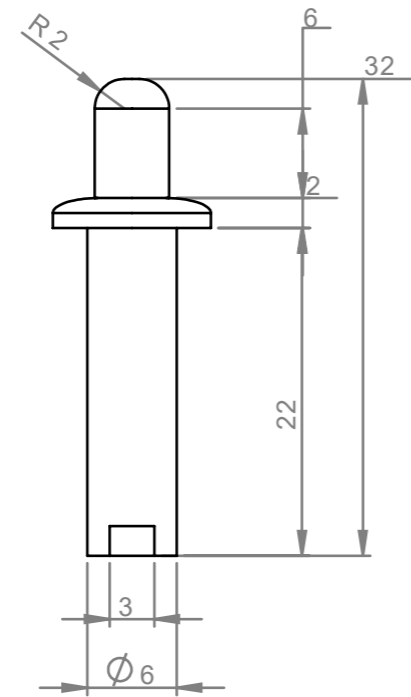
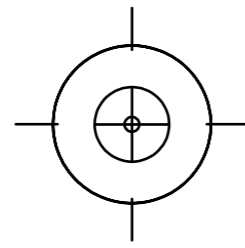
DETALLE A  
ESCALA 2 : 1

93



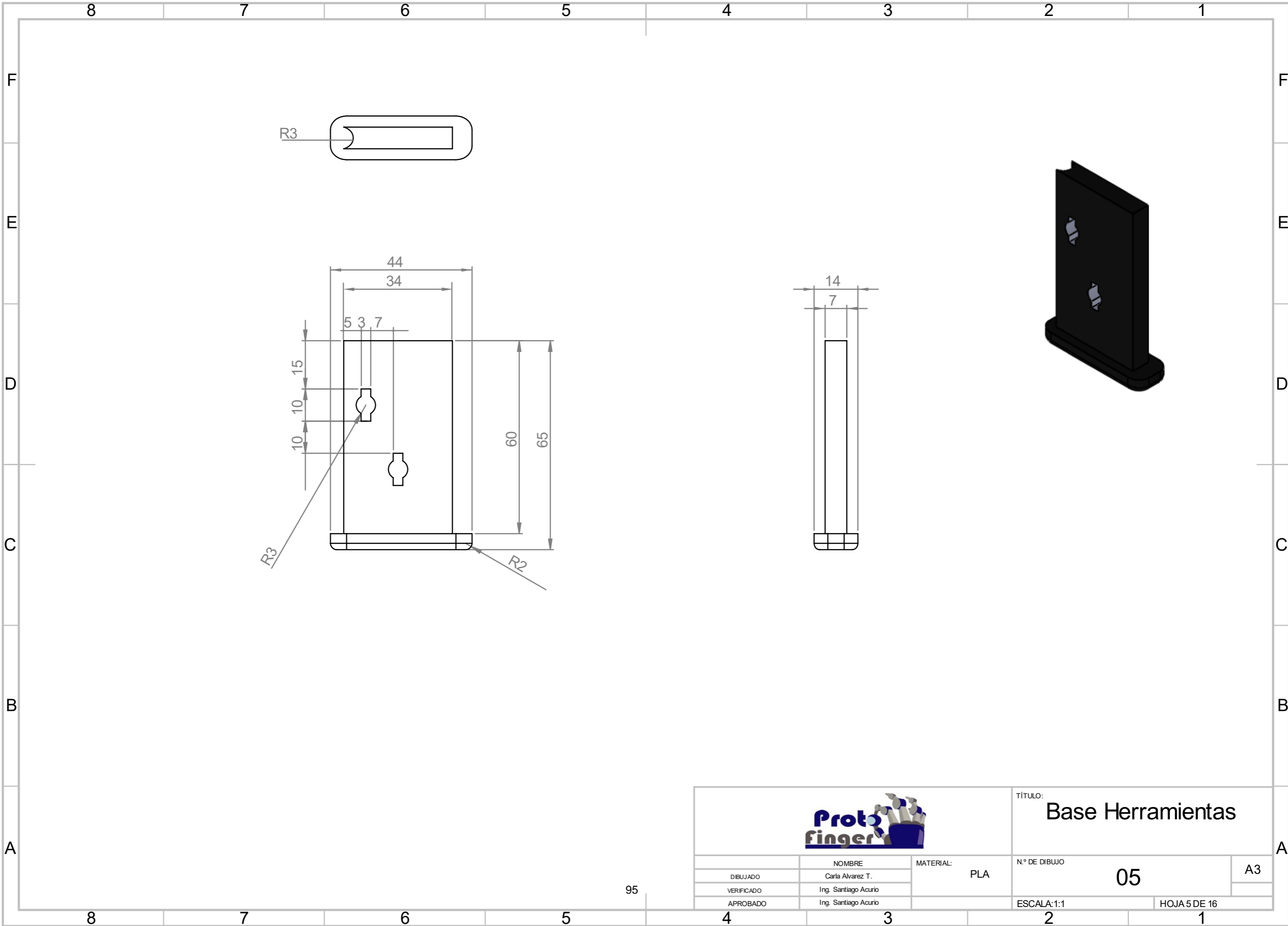
TÍTULO: **Antebrazo**

DIBUJADO	NOMBRE Carla Alvarez T.	MATERIAL: PLA	N.º DE DIBUJO <b>03</b>	A3
VERIFICADO	Ing. Santiago Acurio		ESCALA:1:1	
APROBADO	Ing. Santiago Acurio		HOJA 3 DE 16	



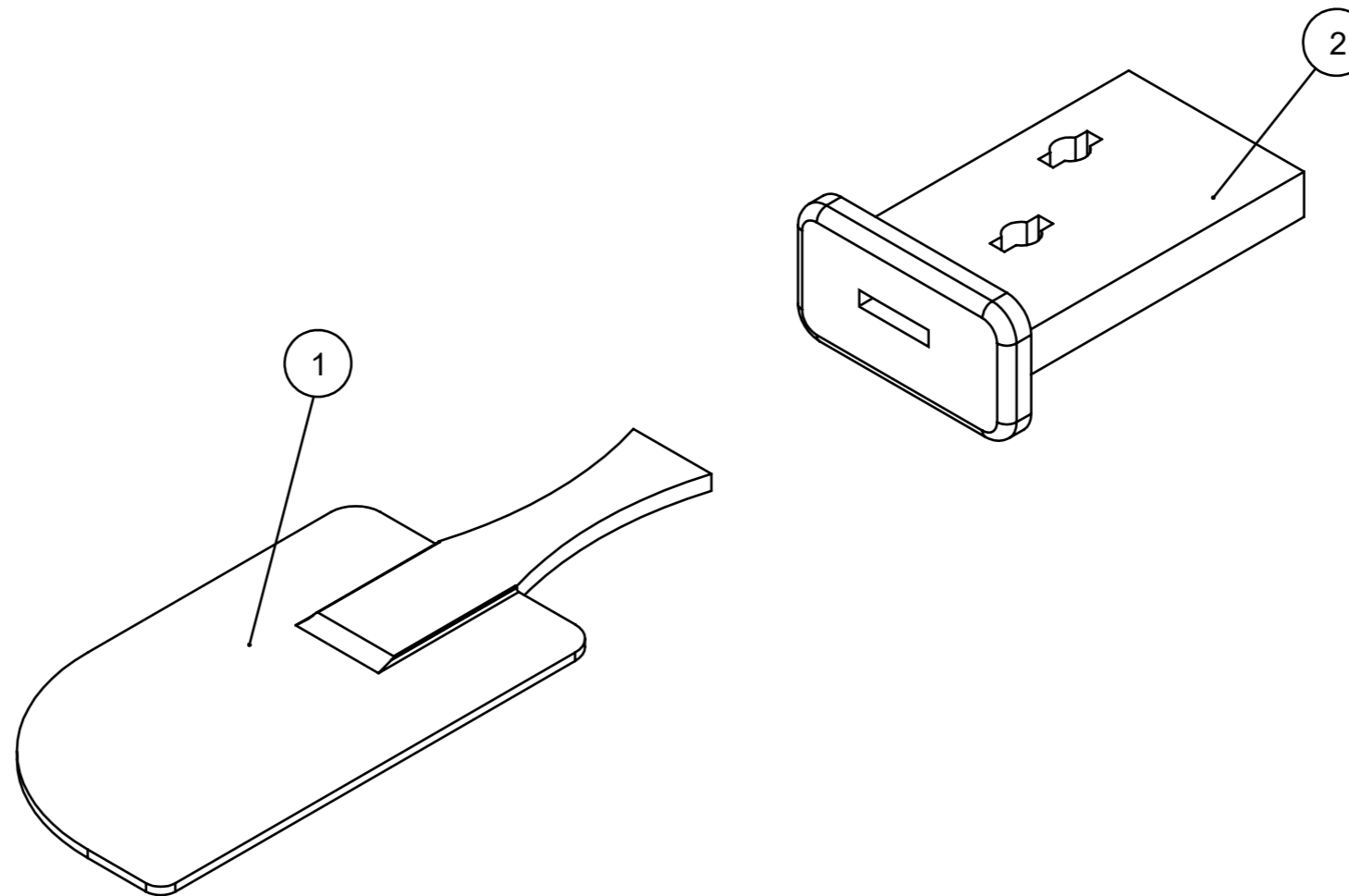
TÍTULO: Pasador

	NOMBRE	MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	A3
DIBUJADO	Carla Álvarez T.	PLA	04	
VERIFICADO	Ing. Santiago Acurio			
APROBADO	Ing. Santiago Acurio		ESCALA:2:1	HOJA 4 DE 16



TÍTULO:  
**Base Herramientas**

DIBUJADO		NOMBRE		MATERIAL:		N.º DE DIBUJO		A3	
VERIFICADO		Carla Alvarez T.		PLA		05			
APROBADO		Ing. Santiago Acurio				ESCALA:1:1		HOJA 5 DE 16	
		Ing. Santiago Acurio							



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	Herramienta Paleta	Silicona	1
2	Pieza Base	PLA	1



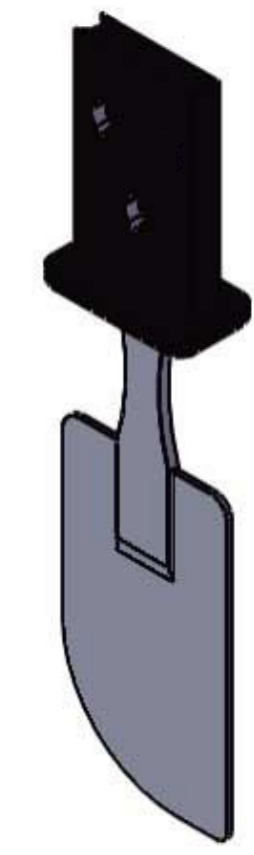
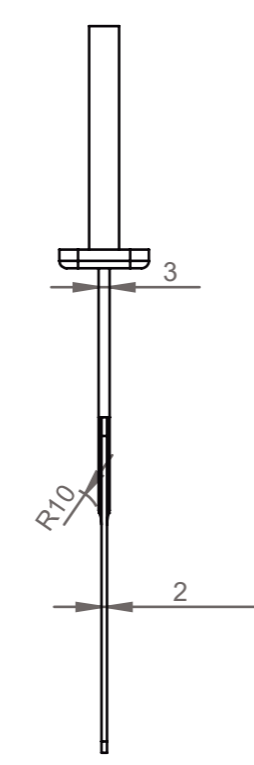
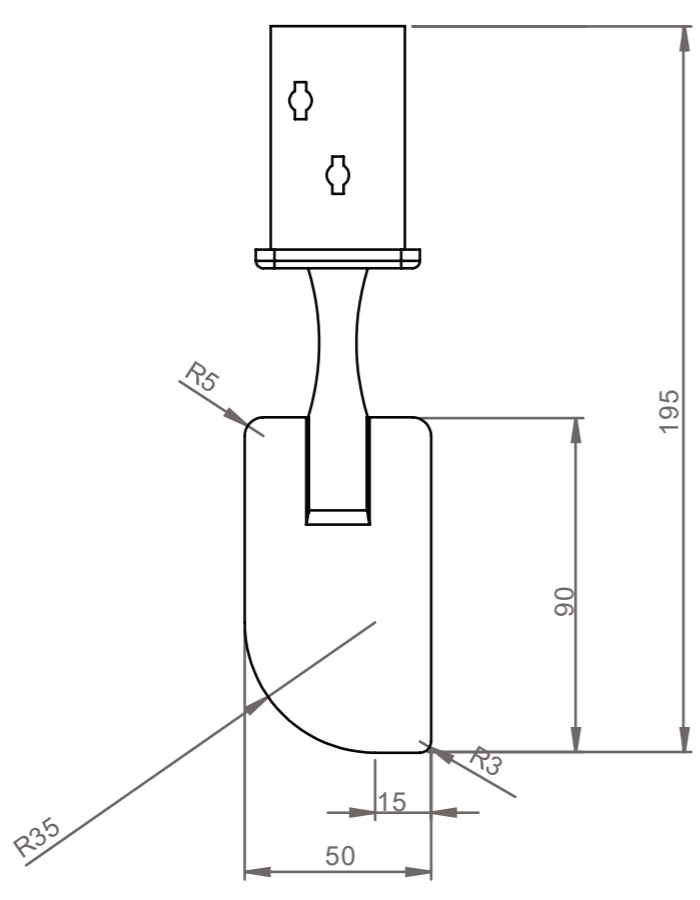
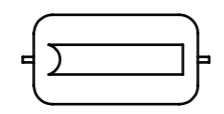
TÍTULO:  
**Despiece Paleta**

DIBUJADO	NOMBRE Carla Alvarez T.	MATERIAL:	N.º DE DIBUJO <b>06</b>	A3
VERIFICADO	Ing. Santiago Acurio			
APROBADO	Ing. Santiago Acurio			

8 7 6 5 4 3 2 1

F  
E  
D  
C  
B  
A

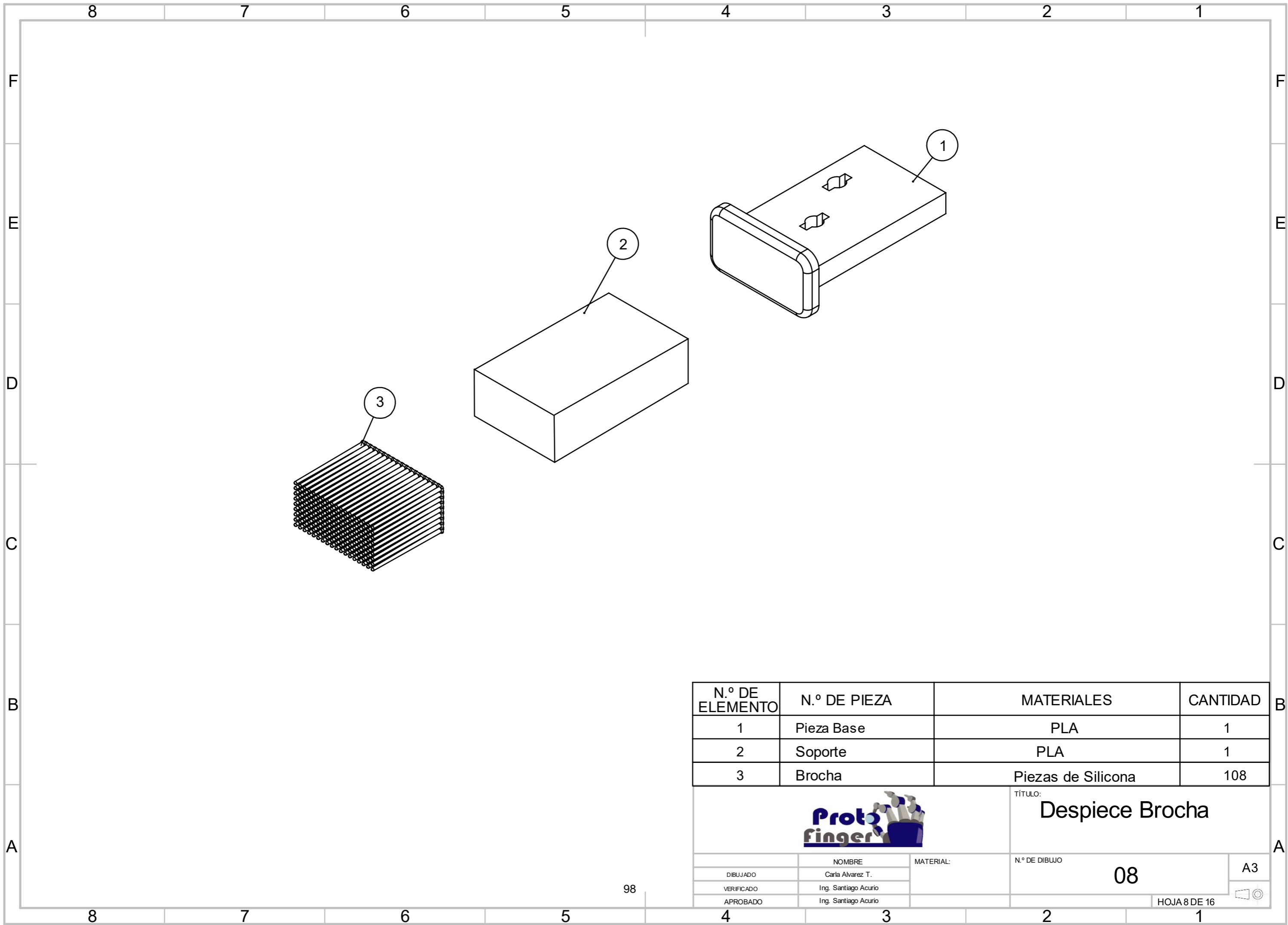
F  
E  
D  
C  
B  
A



TÍTULO:  
**Herramienta Paleta**

	NOMBRE	MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	A3
DIBUJADO	Carla Alvarez T.	PLA	07	
VERIFICADO	Ing. Santiago Acurio			
APROBADO	Ing. Santiago Acurio			
ESCALA:1:2			HOJA 7 DE 16	

8 7 6 5 4 3 2 1

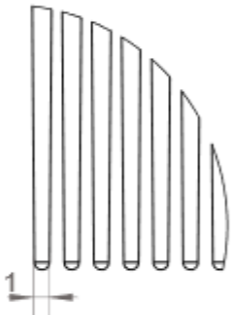
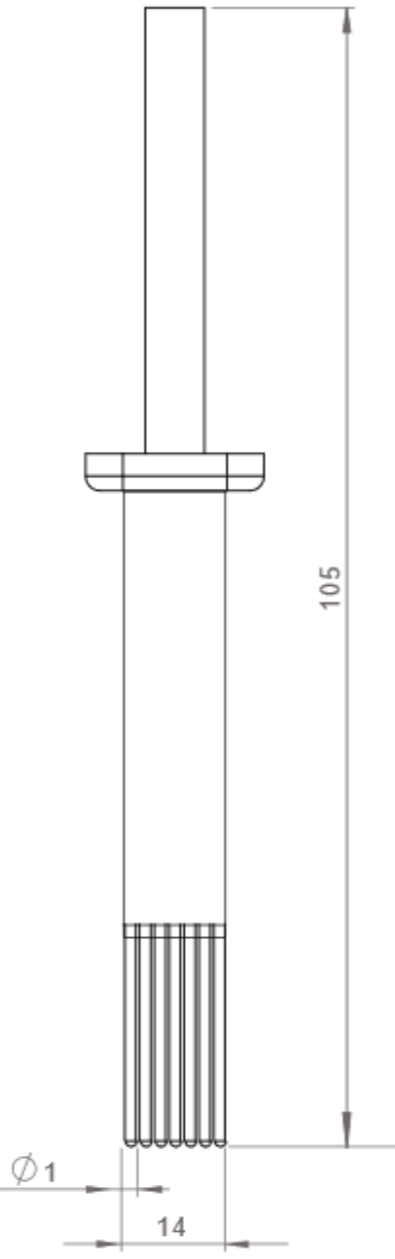
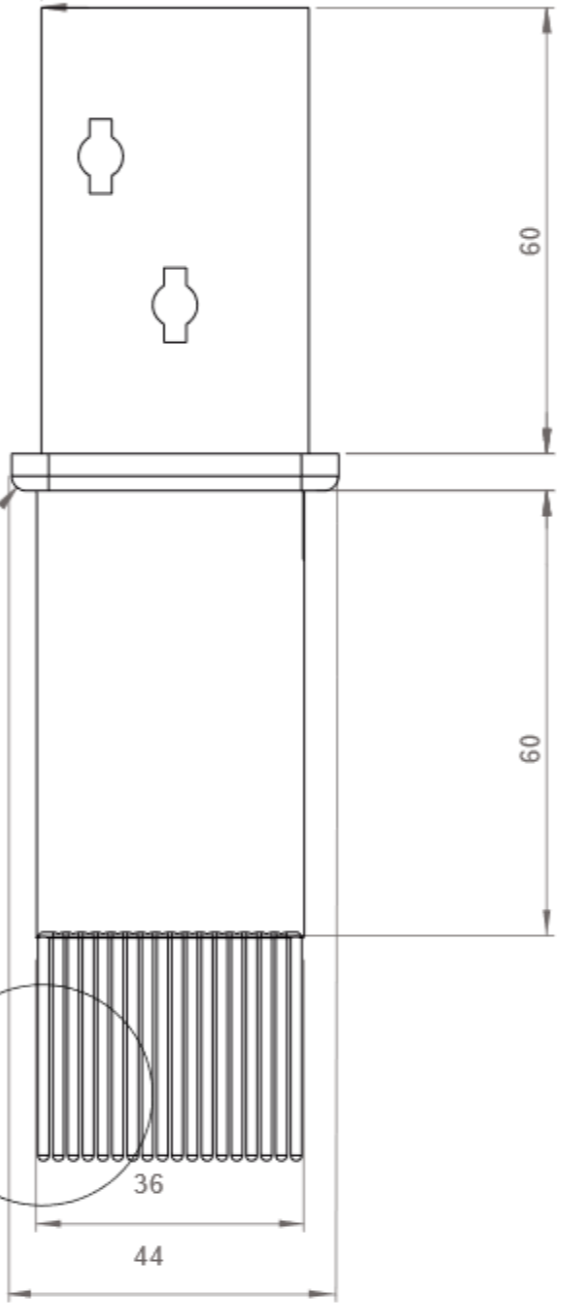
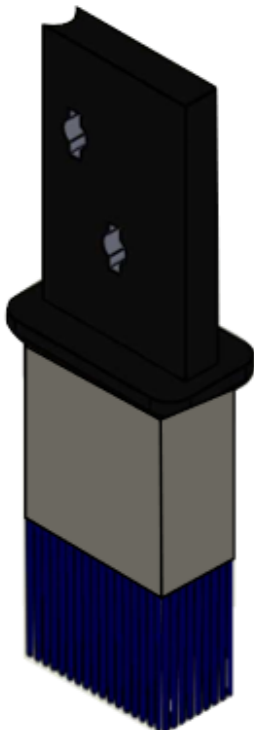
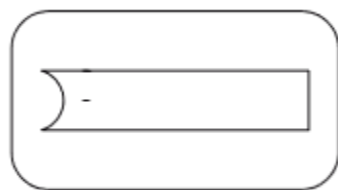


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIALES	CANTIDAD
1	Pieza Base	PLA	1
2	Soporte	PLA	1
3	Brocha	Piezas de Silicona	108




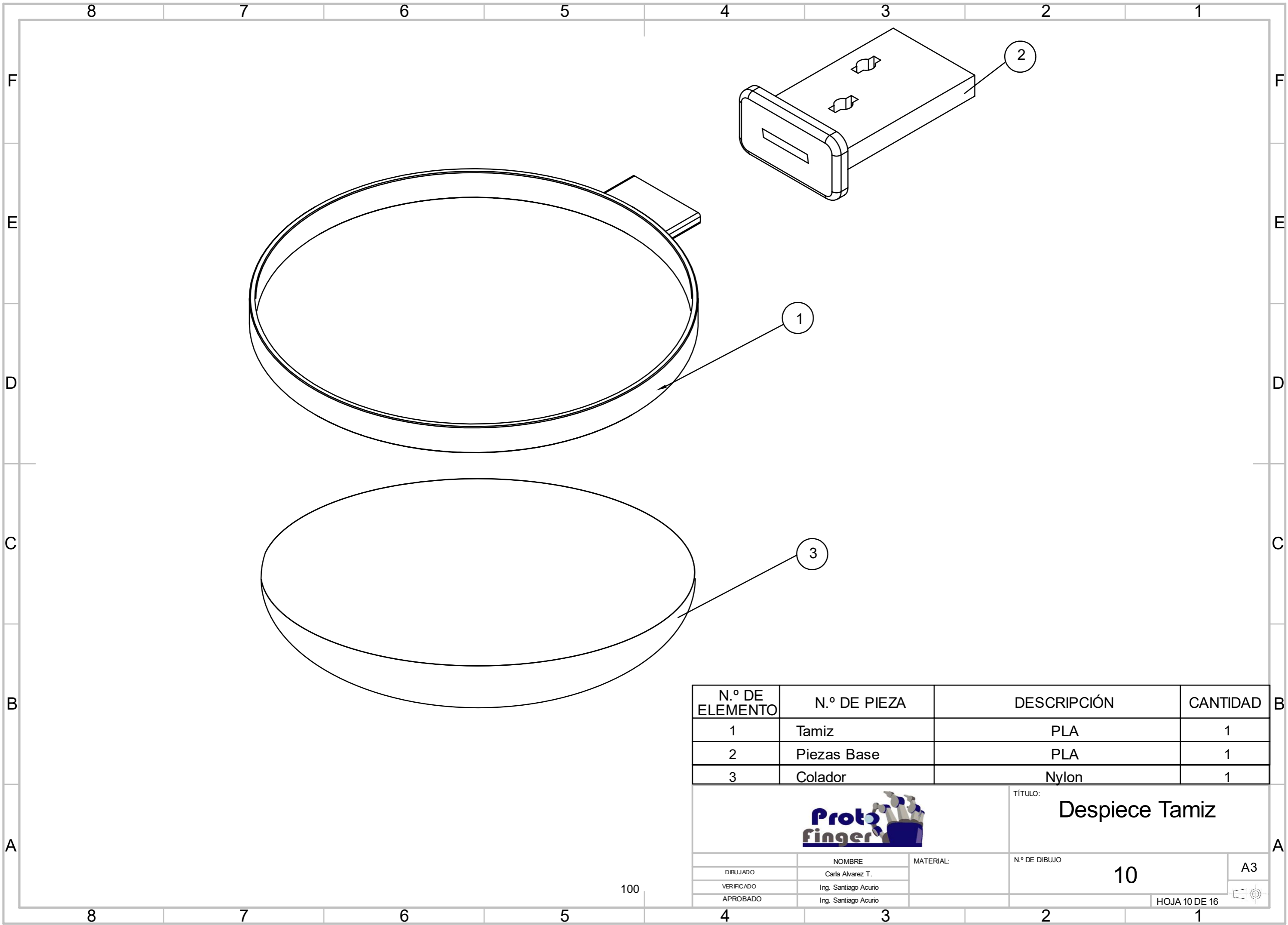
TÍTULO:  
**Despiece Brocha**

DIBUJADO	NOMBRE Carla Álvarez T.	MATERIAL:	N.º DE DIBUJO <b>08</b>	A3
VERIFICADO	Ing. Santiago Acurio			
APROBADO	Ing. Santiago Acurio			



DETALLE A  
ESCALA 2 : 1

		TÍTULO: <b>Herramienta Brocha</b>	
		N° DE DIBUJO <b>09</b>	A3
NOMBRE Carla Alvarez T.	MATERIAL: PLA Silicona	ESCALA:1:2	
VERIFICADO Ing. Santiago Acurio		HOJA 9 DE 16	
APROBADO Ing. Santiago Acurio			

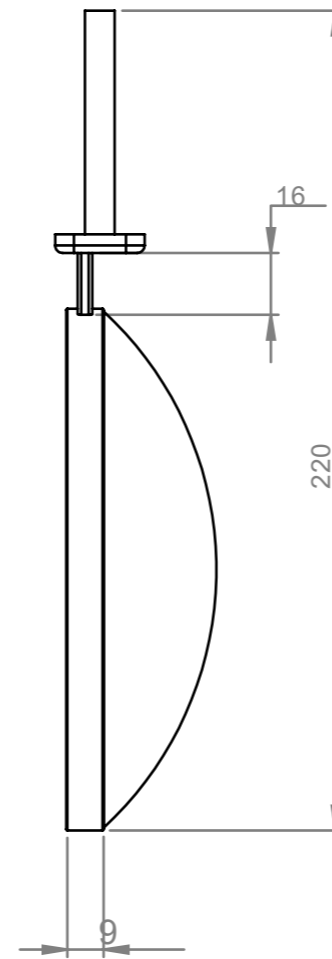
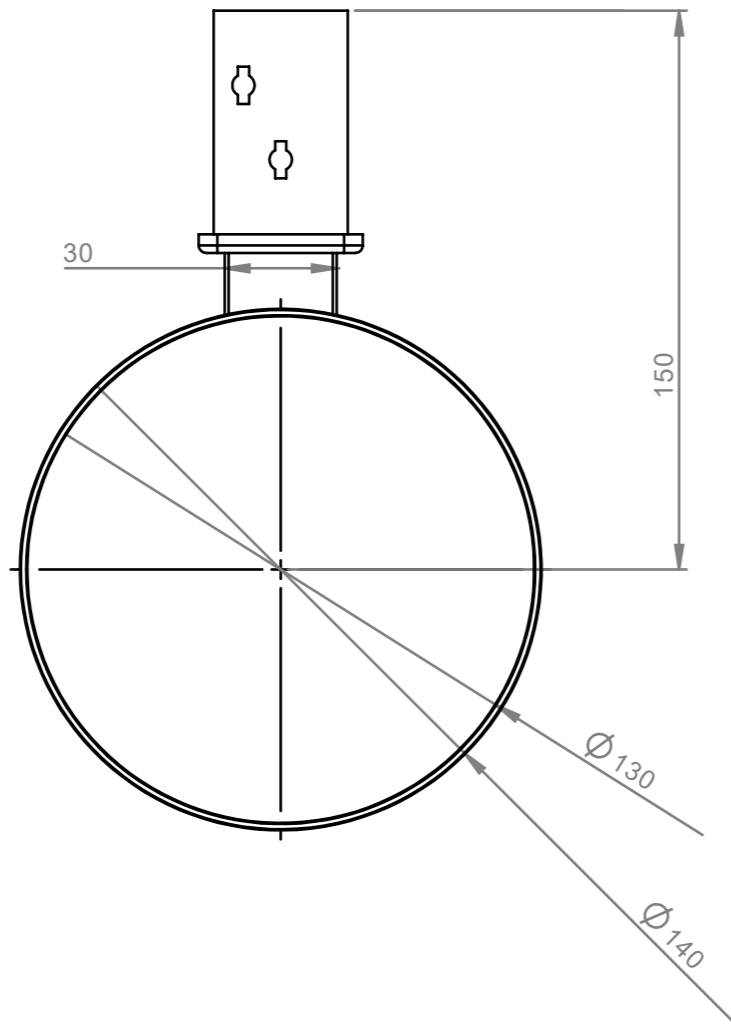
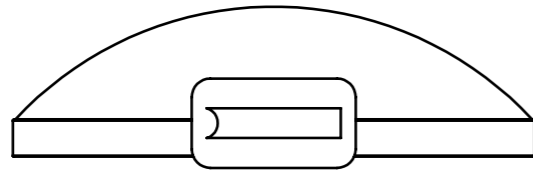


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Tamiz	PLA	1
2	Piezas Base	PLA	1
3	Colador	Nylon	1



TÍTULO:  
**Despiece Tamiz**

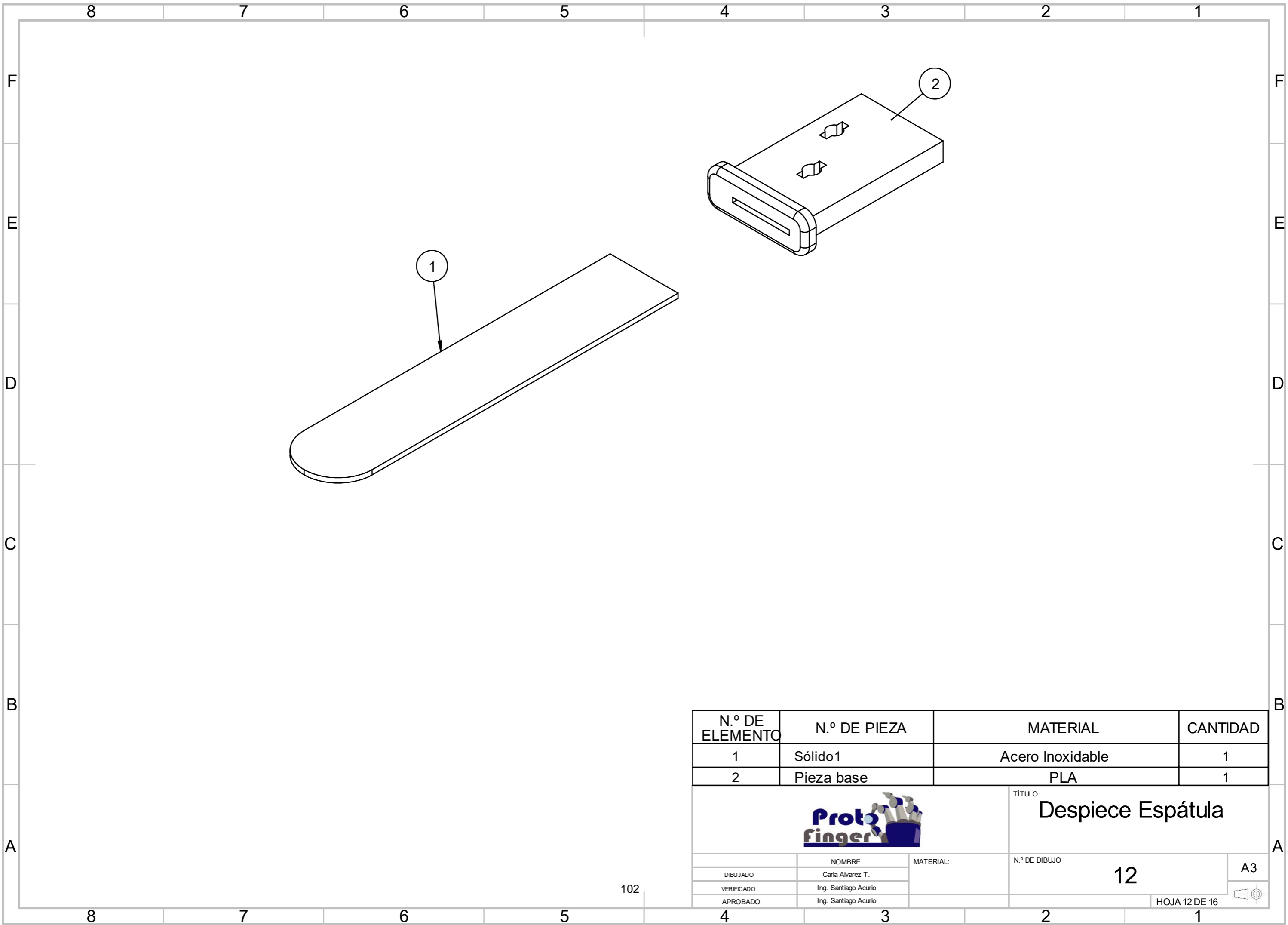
DIBUJADO	NOMBRE	MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	A3
VERIFICADO	Carla Álvarez T.		10	
APROBADO	Ing. Santiago Acurio			
	Ing. Santiago Acurio			



TÍTULO:  
**Herramienta Tamiz**

DIBUJADO		NOMBRE		MATERIAL:		N.º DE DIBUJO		A3	
VERIFICADO		Carla Alvarez T.		PLA		11		A3	
APROBADO		Ing. Santiago Acurio		Nylon		ESCALA:1:2		HOJA 11 DE 16	
		Ing. Santiago Acurio							

101

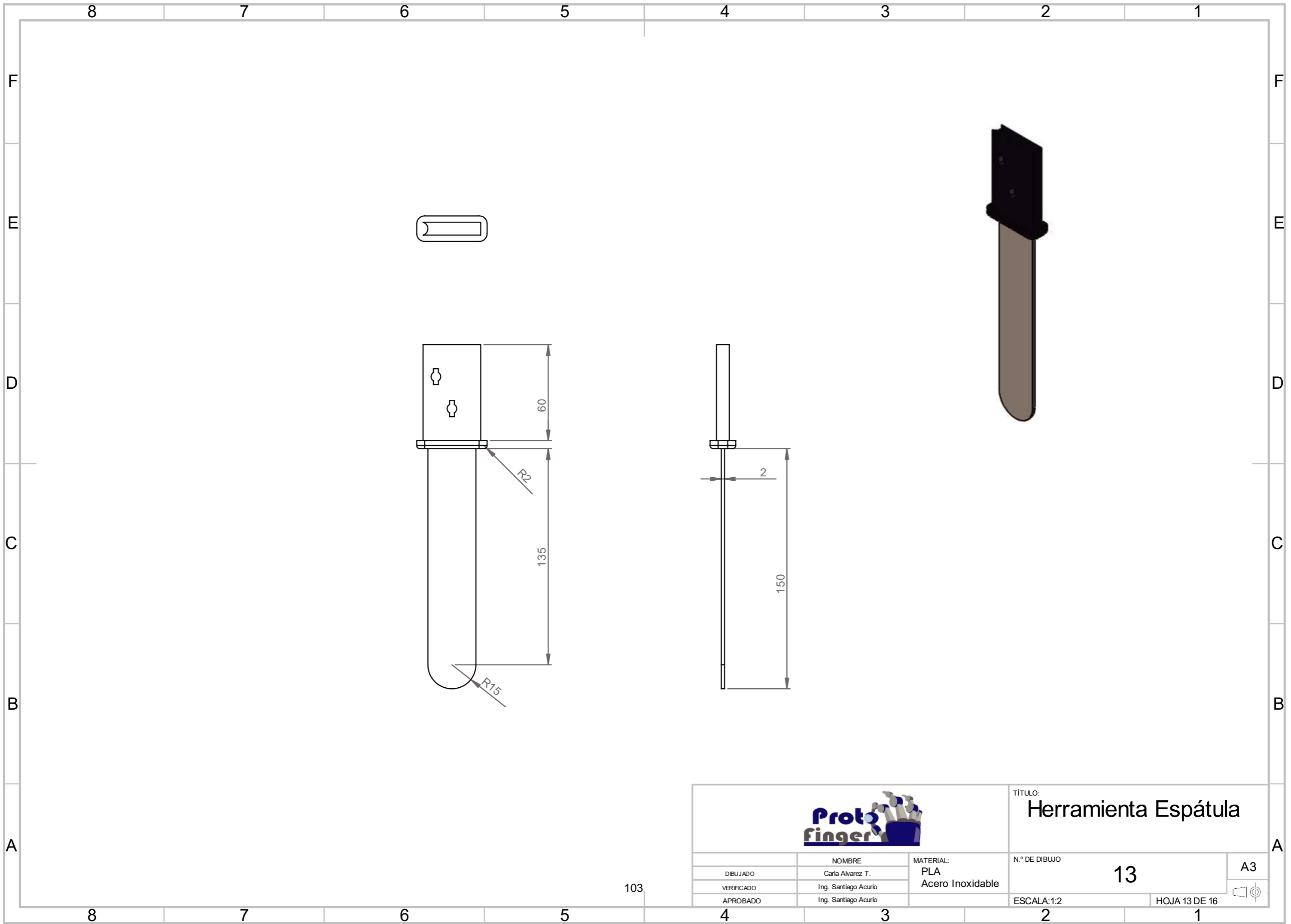


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	Sólido1	Acero Inoxidable	1
2	Pieza base	PLA	1



TÍTULO:  
**Despiece Espátula**


DIBUJADO	NOMBRE Carla Alvarez T.	MATERIAL:	N.º DE DIBUJO <b>12</b>	A3
VERIFICADO	Ing. Santiago Acurio			
APROBADO	Ing. Santiago Acurio			

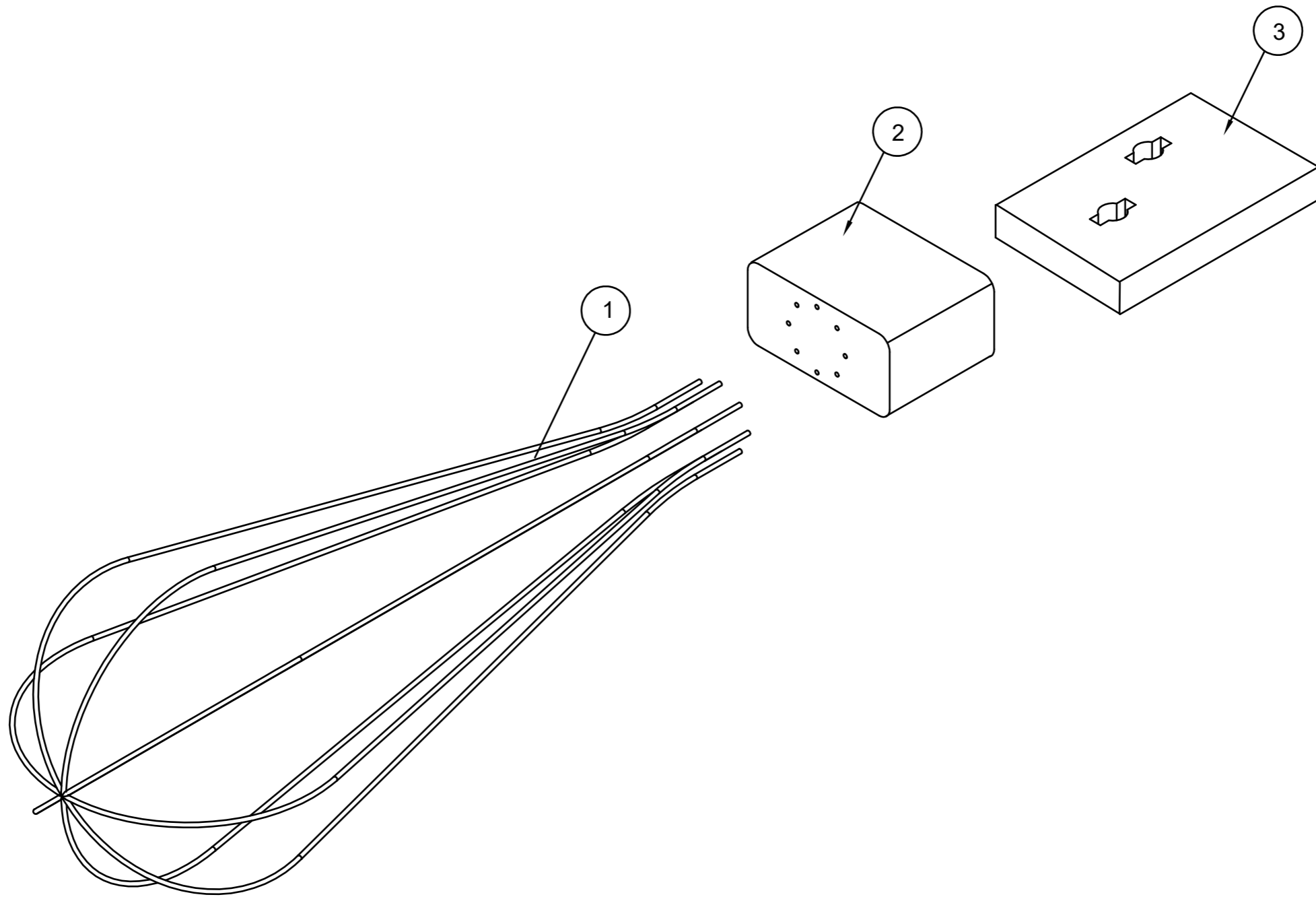


103



TÍTULO:  
**Herramienta Espátula**

DIBUJADO		NOMBRE		MATERIAL:		N.º DE DIBUJO		A3	
VERIFICADO		Carla Alvarez T.		PLA		13			
APROBADO		Ing. Santiago Acurio		Acero Inoxidable		ESCALA: 1:2			
		Ing. Santiago Acurio				HOJA 13 DE 16			

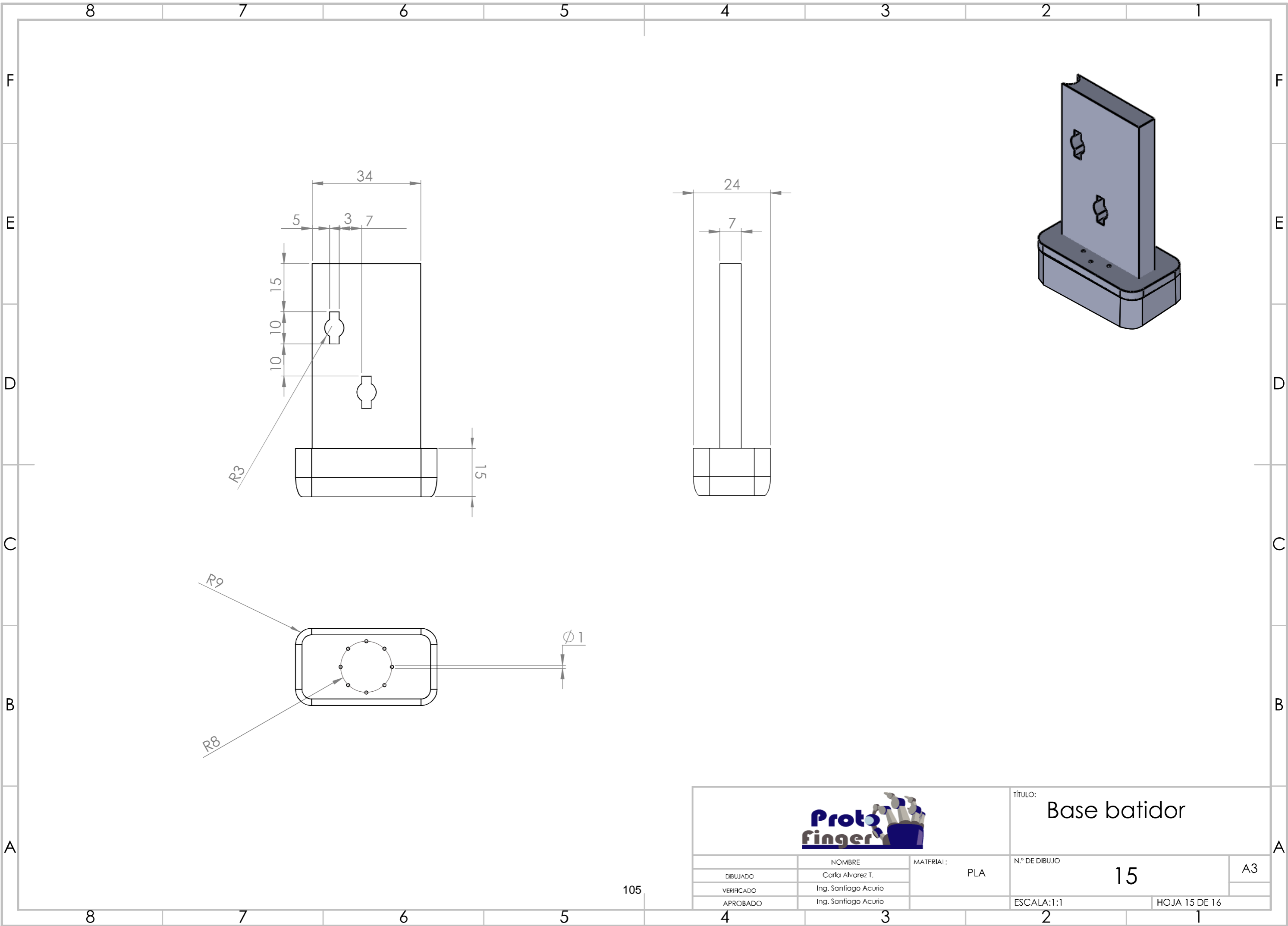


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Herramienta Batidor	Acero Inoxidable	4
2	Conector	PLA	1
3	Pieza Base	PLA	1



TÍTULO: **Despiece Batidor**

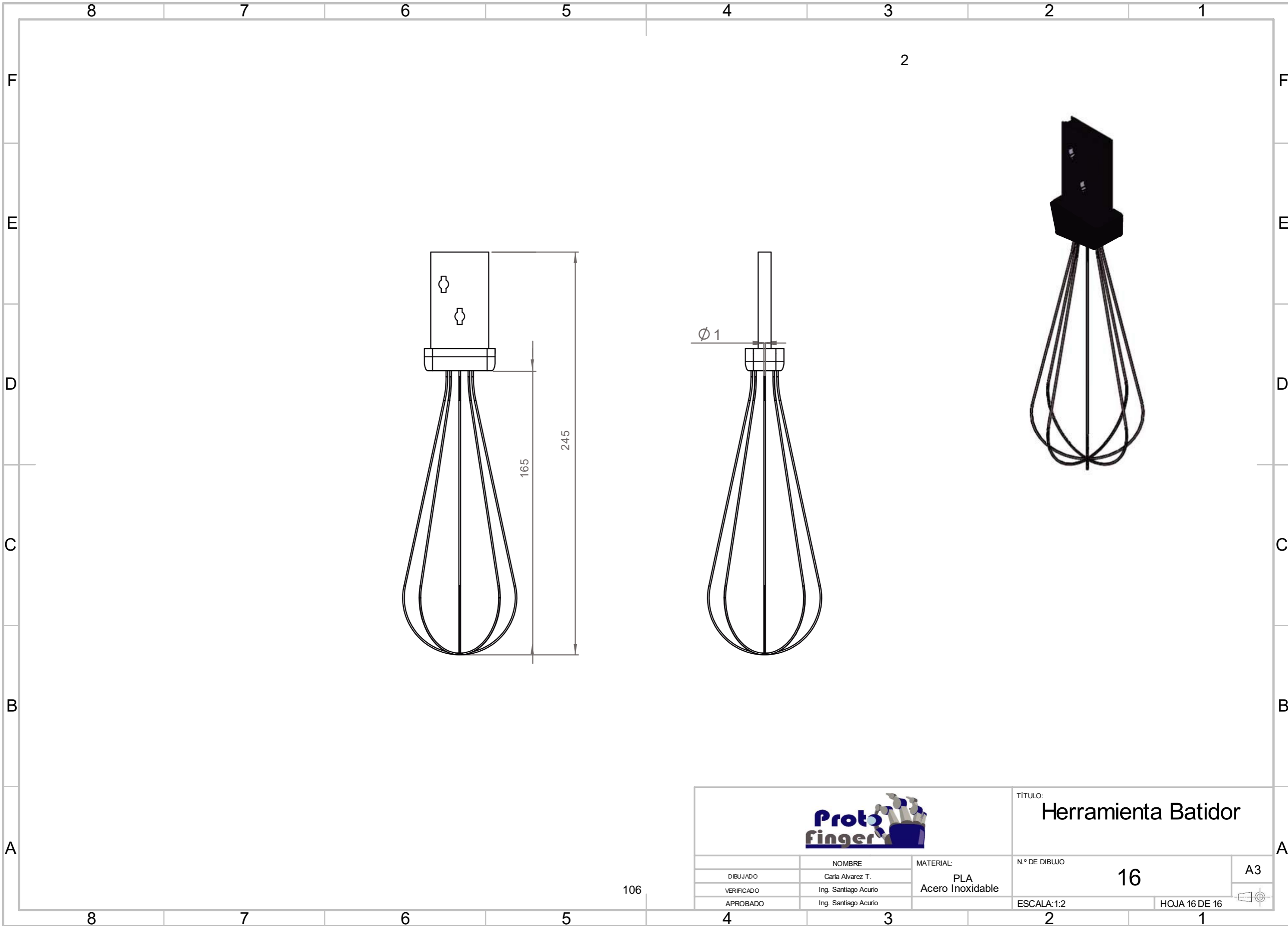
DIBUJADO	NOMBRE	MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	A3
VERIFICADO	Carla Alvarez T.		<b>14</b>	
APROBADO	Ing. Santiago Acurio			
	Ing. Santiago Acurio			HOJA 14 DE 16



TÍTULO:		Base batidor	
N.º DE DIBUJO		15	A3
ESCALA: 1:1		HOJA 15 DE 16	

NOMBRE		MATERIAL:	PLA
DIBUJADO	Carla Alvarez T.		
VERIFICADO	Ing. Santiago Acurio		
APROBADO	Ing. Santiago Acurio		

105



TÍTULO:  
**Herramienta Batidor**

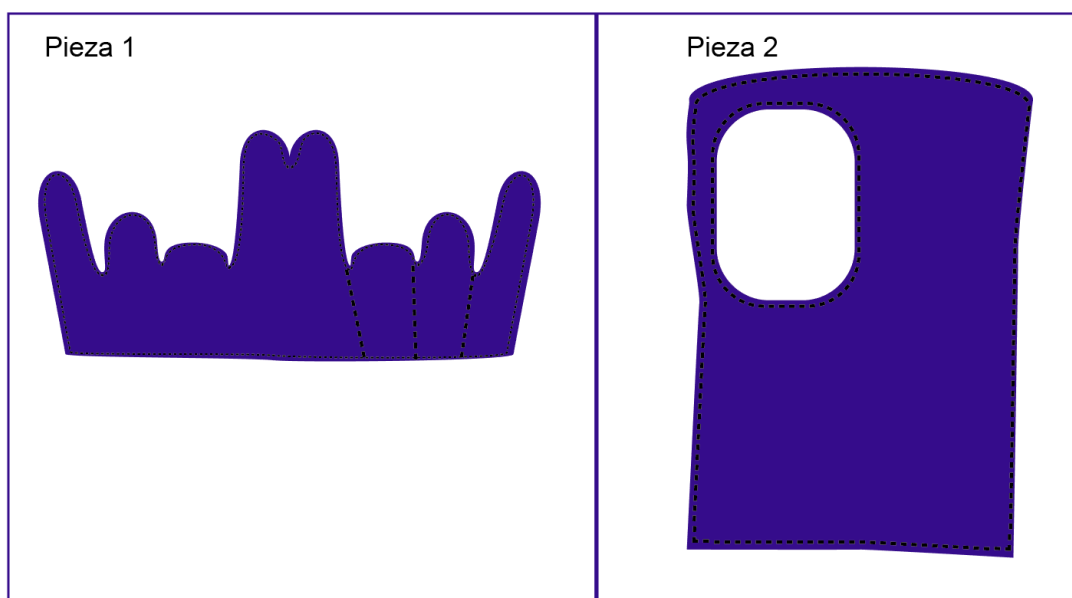
DIBUJADO		NOMBRE		MATERIAL:		N.º DE DIBUJO		A3	
VERIFICADO		Carla Alvarez T.		PLA		16			
APROBADO		Ing. Santiago Acurio		Acero Inoxidable		ESCALA:1:2			
		Ing. Santiago Acurio				HOJA 16 DE 16			

106



## FICHA TÉCNICA: PATRONAJE DEL GUANTE

Nombre: Guante Protofinger	Rango: Masculino
Tipo de venta: Incluido	Talla: Única
Cantidad: 1 unidad	Fecha: 02 de Junio de 2018
Referencia: Lado derecho	Color: Azul Marino



PIEZAS	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
Pieza 1	Forma de los dedos de la mano	Algodón
Pieza 2	Forma de la palma la mano con una abertura en la parte interior para la ventilación y evitar el contacto con alimentos.	Tela micro-perforada

PROCESO	MAQUINARIA	TIEMPO
Corte de tela	Tijera	10 min.
Armado	Máquina de Coser Recta	25 min.
Bordes	Máquina de Coser OVERLOCK	5 min.

Fuente: Alvarez C.



## **CONCEPTOS BÁSICOS**

1. Limpieza. Proceso cuyo objetivo es la remoción física de materia orgánica, grasa o suciedad.

2. Desinfección. Es la eliminación de bacterias, por medios físicos o químicos aplicados directamente sobre la superficie u objetos.

## **IMPLEMENTOS A USAR**

**ESPONJA MIXTA O FIBRAS ABRASIVAS:** Gracias a su alta absorción y delicadeza es óptimo para la limpieza de los implementos de la prótesis, ya que no raya su superficie. Se utiliza tanto para lavar y enjuagar.

**AGUA:** El agua potable es por lo general adecuada para usar en la limpieza. La misma que debe tener las siguientes características: ser neutra, prácticamente libre de microorganismos y sustancias orgánicas, debe tener un bajo contenido de sales para evitar la sedimentación del jabón en los materiales de trabajo.

**JABONES:** Los jabones de uso común son sales de sodio o potasio de ácidos grasos y glicerina. Son solubles en agua y poseen propiedades detergentes aptas para la limpieza de trastes y utensilios de uso diario, así como también para la prótesis y sus accesorios.

**PAÑO O TOALLA DE COCINA:** Preferiblemente de algodón o esponja por su capacidad de absorción.

## **PROCEDIMIENTOS**

Lavar es el procedimiento mediante el cual se remueve la suciedad con agua y detergente. El lavado consiste en quitar la grasa de los implementos con la ayuda del detergente y la fibra abrasiva, se procede a enjuagar con abundante agua y finalmente secar los accesorios que conforman la prótesis. El guante de tela puede lavarse a mano con el jabón apropiado.

Para lavar debe utilizarse la esponja previamente escurrida, evitando así salpicar, realizando movimientos circulares por las rendijas de los accesorios de la prótesis para obtener una limpieza apropiada, luego secar con un paño limpio.

Después del lavado se debe desinfectar los paños y esponjas sumergiéndolas por 30 segundos aproximadamente, en Cloro diluido con agua con proporciones 1:9.

### **NOTA:**

Este proceso se debe realizar cada vez que se terminen las tareas de pastelería.

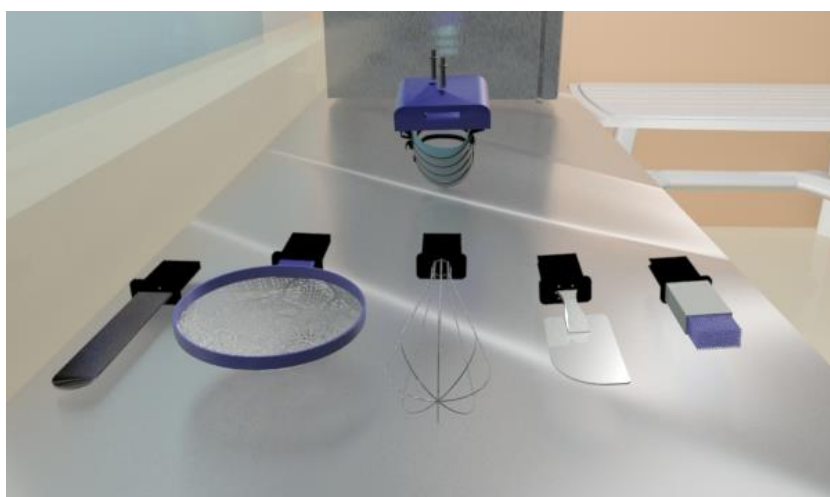
- Manual de Normas y Procedimientos de Limpieza Hospitalaria autores: Graciela Cabrera y María Lourdes Pignatta. • Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, (ANVISA), de Brasil utilizado por MSP.

## 4.5. Prototipo virtual

A continuación, se puede observar la prótesis junto con sus accesorios complementarios. Antes de que el usuario se coloque la prótesis, usará un guante de algodón, para evitar rozaduras, irritaciones o alergias.

El ensamble de la pieza principal y la del antebrazo será mediante correas que serán ajustadas de acuerdo al usuario, para su comodidad y seguridad.

**Imagen 4.20: Prótesis con accesorios**



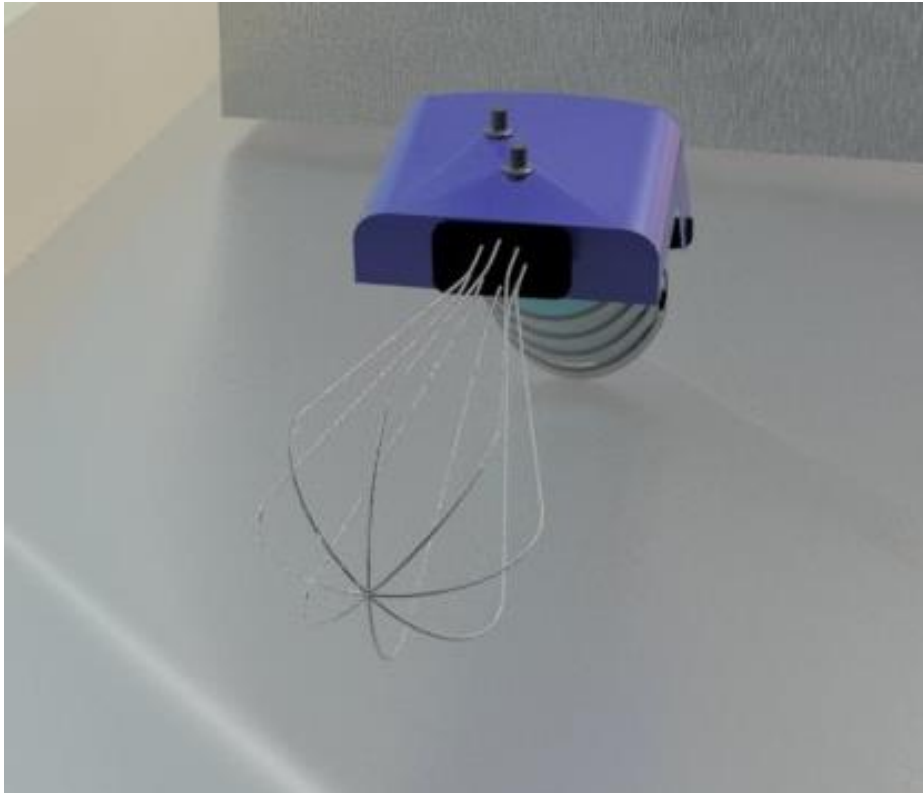
Fuente: Alvarez C.

**Imagen 4.21: Prótesis con herramienta paleta**



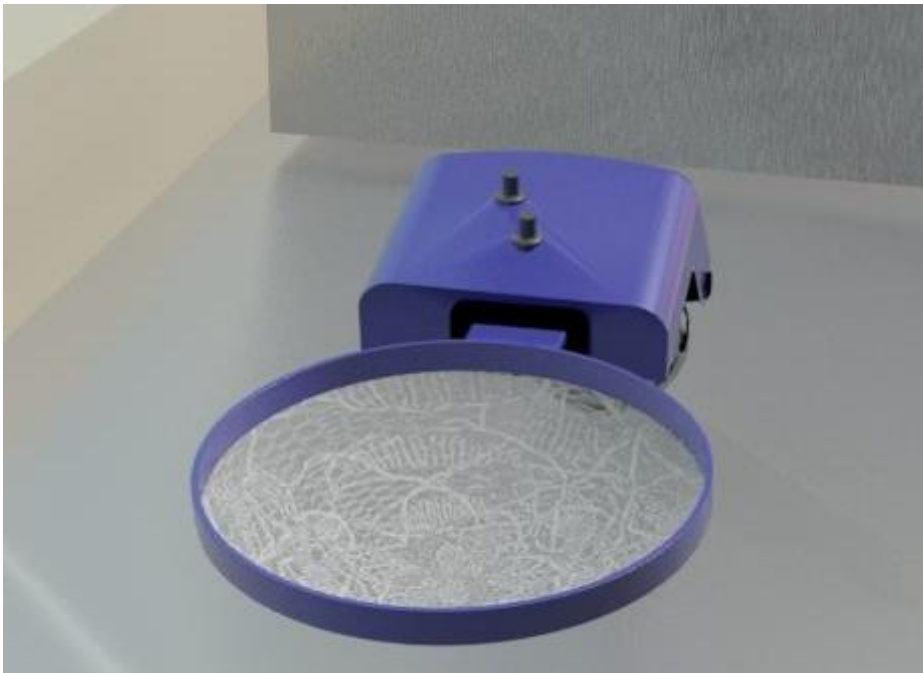
Fuente: Alvarez C.

**Imagen 4.22: Prótesis con herramienta batidor**



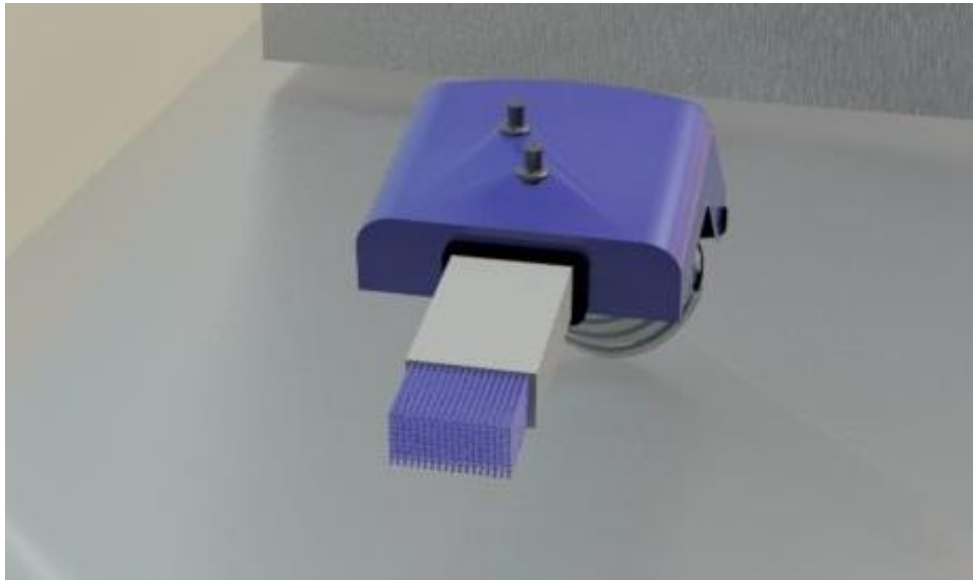
Fuente: Alvarez C.

**Imagen 4.23: Prótesis con herramienta tamiz**



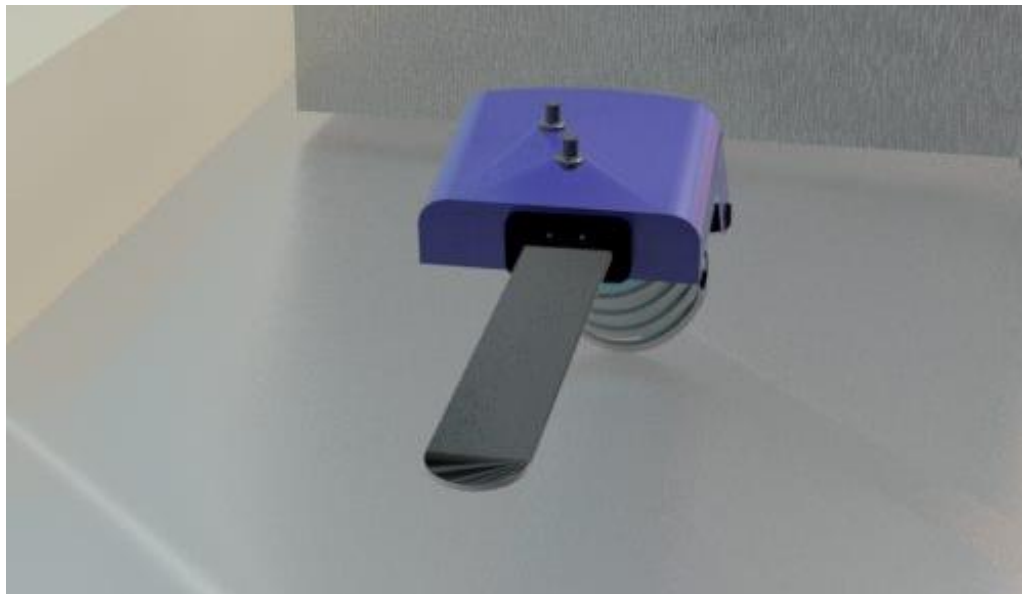
Fuente: Alvarez C.

**Imagen 4.24: Prótesis con herramienta brocha**



Fuente: Alvarez C.

**Imagen 4.25: Prótesis con herramienta espátula**



Fuente: Alvarez C.

## 4.6. Análisis de costos

Tabla 4.5: Análisis de costos

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO
PLA	60 m.	\$ 15,00
Paleta y brocha de silicona		\$ 10,00
Espátula y varillas de acero inoxidable		\$ 8,00
Tela de Algodón	30x30 cm	\$ 3,00
Tela microperforada		\$ 3,00
Otros		\$ 5,00
<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$44,00</b>
Construcción de la prótesis		\$ 150,00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 194,00</b>

Fuente: Alvarez C.

## 4.7. Evaluación preliminar

A continuación, se presenta un modelo de la entrevista dirigida al usuario, el Sr. Carlos Alvarez, con la finalidad de evaluar el desempeño de la prótesis y sus herramientas.

### Entrevista realizada al usuario

Nombre: Carlos Alvarez C.

Edad: 53 años

Ocupación: Pastelero

Objetivo: Validar la funcionalidad de la prótesis.

1. ¿Considera que la prótesis facilita las labores para las que fue diseñada?

Si, la prótesis viene con todas las herramientas que uso en el trabajo, de manera fácil puedo ensamblar cualquier pieza que desee usar en ese momento.

2. ¿Qué aspectos considera relevantes en estas prótesis?

Creo que se adecua a la forma de mi mano, además el material es liviano y rígido, lo que me ayuda a realizar mis actividades de una manera más sencilla, el sostener las herramientas que se usan comúnmente me causaba incomodidad y dolor.

3. ¿Qué grado de utilidad encuentra en la prótesis?

Muy alto, esta prótesis va a simplificar mucho mis labores, además de que va a ser más cómodo que agarrar con los dedos los utensilios, me causaba dolor.

4. ¿La prótesis le resulta confortable?

Si, con el uso del guante creo que es cómoda y práctica.

5. ¿Le agrada el aspecto estético de la prótesis?

Sí, me agrada su aspecto, su forma es simple, pero cumple con las funciones que necesito, los colores también son agradables.

6. El método de producción de la prótesis es mediante impresión en 3D, ¿En su experiencia cree que sea la mejor opción?

Si, se debe estar al día con la tecnología, he oído que ahora se hacen muchas cosas mediante impresión en 3D, como piezas de aviones hasta tejidos y órganos del ser humano.

En conclusión, se determinó que con el uso de la prótesis se reducirá el tiempo al realizar cada uno de los procesos observados, lo que optimiza la capacidad de producción de la pastelería.

El Sr. Carlos Alvarez menciona que se encuentra satisfecho con los resultados que se han obtenido en este proyecto, y que el uso de la prótesis lo hará más productivo en sus labores; estos aspectos generan en el usuario un mejor estado de ánimo, tanto en su vida personal como en su vida laboral.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- ❖ Se recolectó información acerca de los tipos de mutilaciones, las cuales pueden ser parciales o totales; tipos de prótesis existentes como estéticas y funcionales, dentro de estas tenemos prótesis mecánicas, eléctricas, híbridas, neumáticas, hidráulicas y mioeléctricas; se obtuvo información sobre los materiales que se emplean en la construcción de las prótesis como metales y diferentes aleaciones, polímeros, siliconas, resinas, cuero, entre otros, además de mecanismos y procesos de fabricación de las mismas como moldeo por inyección, impresión en 3D.
- ❖ Se determinaron las actividades que realiza el trabajador, las cuales son tamizar las harinas, mezclar los ingredientes, batir los huevos, engrasar moldes y decorar las preparaciones; además de los recursos y herramientas que son utilizados en la labor del usuario entre las cuales se encuentran paletas, espátulas, batidores manuales, coladores, brochas; las mismas que no se adaptan de manera adecuada a la mano del usuario, causándole incomodidad.
- ❖ Se plantearon varias propuestas de prótesis de mano con mutilación parcial para el desarrollo de actividades de pastelería, aplicando la metodología de Diseño de Bernd Lobach, con la cual se estableció el

problema a solucionar, las necesidades del usuario y requisitos que debía tener la prótesis, para después sugerir propuestas de soluciones, descartar las menos útiles, para finalmente elegir y construir la mejor opción, en donde se determinó que la más apropiada era una prótesis funcional que, aunque no se asemeje a la anatomía propia de la mano, cubra las necesidades del usuario en su trabajo.

## **5.2. Recomendaciones**

- ❖ Se recomienda una valoración médica profesional, para determinar las características de la amputación, de esta manera establecer qué tipo de prótesis es la más apropiada.
- ❖ En caso de construir una prótesis para un trabajo diferente, se recomienda realizar un estudio similar al planteado en este proyecto: determinar actividades y herramientas que utiliza el trabajador para de esta manera adaptar la prótesis.
- ❖ Ya que cada persona es diferente, esta prótesis no puede ser estandarizada, se necesita las medidas del usuario para que se acople correctamente sin causar daños a su salud posteriormente.
- ❖ Se recomienda que si la prótesis está destinada a una actividad que no requiera el contacto con alimentos o que a su vez necesite mayor uso de fuerza, se analice la utilización de otros materiales existentes en el mercado que puedan ofrecer más resistencia.

## BIBLIOGRAFIA

- Arce C. (2005). *Prótesis de Miembros Superiores*. Recuperado de:  
<http://www.arcesw.com/pms1.htm>
- Arias L. (2012). *Biomecánica y patrones funcionales de la mano*. Colombia:  
Universidad Nacional de Colombia.
- Armendariz J. (2010). *Procesos básicos de pastelería y repostería: Postres en Restauración*. España: Paraninfo
- Autodesk (2019). *¿Qué es la Impresión en 3D?*.  
<https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/3d-printing>
- Bravo I. (s.f.). *Decoración de los productos de panadería y bollería. INAF0108*.  
Editorial IC.
- Billmeyer F. (2004). *Ciencia de los Polímeros*. Barcelona: Editorial Reverté
- Brito et al. (2013). *Estudio del estado del arte de las prótesis de mano*. Revista  
de Ciencia y Tecnología Ingenius.
- Buendía M. (2016). *Panadería y Pastelería Comercial*. Perú: Editorial Macro  
EIRL
- Cifuentes L. et al. (2002). *Órtesis y Prótesis*. Ecuador: Cámara Ecuatoriana  
del Libro
- Chemical Market Reporter, (2001). *Bioplastics Aren't the Stretch They Once Seemed*. Estados Unidos de America: Schnell Publishing
- Cornish M. (1997). *El ABC de los Plásticos*. Fundación Manuel Buendía.

Crespo et al. (2007). *Influencia de un sistema de actividades terapéuticas para favorecer el desarrollo de habilidades manuales pre funcionales en pacientes hemiparéticos como secuela de accidente cerebro vascular.*

Cuba: Mediagraphic

Cubillos N. & Medina O. (2010). *Estudio piloto de medidas antropométricas de la mano y fuerzas de prensión, aplicables al diseño de herramientas manuales.* Chile: Universidad de Chile

Dianceht. (s.f.). *Prótesis.* México: Dianceht

Dómenech R. (2014). *Pre elaboración de productos básicos de pastelería: Maquinaria, equipos y tratamiento de materias primas de uso común.*

España: Editorial Ideas Propias.

Enciclopedia de Ejemplos (2017). *Tamizado.* Recuperado de: <http://www.ejemplos.co/15-ejemplos-de-tamizado>

Equipo de redactores y equipo de editores médicos de la Sociedad Americana Contra El Cáncer (2016). *Prótesis.* Texas: Sociedad Americana Contra El Cáncer.

FisioStar (2016). *Articulaciones de la mano.* Recuperado de: <https://fisiostar.com/anatomia/articulaciones-de-la-mano>

García S. (2010). *Los Plásticos en el Arte y el Diseño hasta 1945: Historia, tecnología, conservación e identificación.* Madrid: Universidad Complutense de Madrid

- García D. & Navarro V. (2007). *Elaboraciones Básicas Para Pastelería-repostería*. España: Editorial Ideas Propias.
- Gonzales C. (2007). *Anatomía de la mano*. Portal de la Salud.
- Instituto de Enseñanza Secundaria Villalba Hervás (2009). *Unión entre pieza*. España: La Orotava
- Instituto Nacional de Economía Social de México (1996). *Pastelería y Repostería*. México: Instituto Nacional de Economía Social de México.
- Kapadji A. I. (2006). *Fisiología Articular*. Paris: Editions MALOINE
- Lafont P. et al. (2007). *Polímeros con Memoria de Forma en el Desarrollo de Dispositivos Médicos*. Perú: Pontificia Universidad Católica de Perú.
- Loaiza J. & Arzola N. (2011). *Evolución y tendencias en el desarrollo de prótesis de mano*. Colombia: Dyna.
- Lorenzo V. (1987), *Relación entre microdureza y estructura de polímeros*, Madrid: Escuela Politécnica de Madrid
- Madurga P. (2015). *Mano: Presión y Pinzas. Parte 2*, México: Amarento Terapia Ocupacional.
- Marín C. & Molés Y. (2013). *Procesos Básicos de Pastelería y Repostería*. España: Editorial Brief.
- Mason D. (2008) *Materials, Process, Print: Creative Solutions for Graphic Design*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili
- Mefersa (2017). *Cauchos de Silicona*. España: Mefersa.

- Mesas J. & Alegre M. (2002). *El pan y su proceso de elaboración*. Asociación de Licenciados en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de Galicia.
- Ministerio de Salud Pública (2015). *Normativa Técnica Sanitaria para alimentos procesados*. Ecuador: Dirección Ejecutiva de la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria.
- Nutsch W. (2000). *Tecnología de la madera y el mueble*. España: Editorial Reverté
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1984). *Materia primas agrícolas: competencia con los sucedáneos sintéticos*. Roma: Dirección de productos básicos y comercio.
- Osuna S. (2010). *Estudio de la Energía Superficial de matrices orgánicas por cromatografía de Gases Inversa para su Aplicación en el Desarrollo de Materiales Compuestos*, España: Universidad de Alcalá
- Palastanga N, Field E & Soames R. (2000). *Anatomía y Movimiento Humano, Estructura y Movimiento*, Barcelona: Editorial Paidotribo
- Péninou G. (2010). *Las Tensiones Musculares*. España: Editorial Elsevier
- Piedrabuena A. (2013). *Herramientas para la prevención de los riesgos ergonómicos en el sector de la panadería*. España: El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- Polo D. & Sastre M. (s.f.). *Aprovisionamiento interno en pastelería*. HOTR0109. Editorial IC

- Riba C. (2008). *Selección de materiales en el diseño de máquinas*. Barcelona: Edicions UPC
- Sambudio R. (2009). *Prótesis, Órtesis y Ayudas técnicas*. España: Editorial Elseiver.
- Silva P. (2005). *Propiedades físicas y químicas del cuero para calzado de seguridad*. Costa Rica: Tecnología en Marcha Vol. 18.
- Sospreda B. (2015). *Diseño mecánico de prótesis de mano multidedo antropomórfica infractuada*. Castellón: Universidad Jaime I.
- Vélez L. (2008). *MATERIALES INDUSTRIALES, Teoría y aplicaciones*. Colombia: Fondo Editorial ITM
- Vivas O. (2010). *Diseño y Construcción de una Prótesis Robótica de Mano Funcional Adaptada a varios Agarres*. Colombia: Universidad del Cauca.
- Universidad del Trabajo de Uruguay (s.f.). *Elementos de unión no enroscados*. Montevideo: Consejo de Educación Técnico Profesional

# **ANEXOS**

**Anexo 1: Entrevista realizada al especialista**

ENTREVISTADO:

OCUPACIÓN:

OBJETIVO: Determinar parámetros a tomar en cuenta para la construcción de la prótesis de mano con mutilación parcial

1. ¿Cuántos casos de amputaciones parciales de mano ha atendido durante el año?

---

2. ¿Cuáles han sido las causas que han originado esta condición en los pacientes?

3. ¿Qué cambios emocionales se presentan en el paciente con amputación?

---

4. ¿Qué clase de prótesis prefieren los pacientes?

---

5. ¿Cuáles son las prótesis más recomendables?

---

6. ¿Podría dar algún criterio a tomar en cuenta al momento de la construcción de una prótesis?

---

En el caso presentado, ¿Qué recomendaciones sugiere para la elaboración de la prótesis? (se presenta la radiografía y el paciente).

---

Fuente: Alvarez C.

**Anexo 2: Entrevista realizada al usuario**

Usuario: Sr. Carlos Alvarez

Objetivo: Determinar la situación laboral actual del paciente

1. ¿Cuál ha sido la peor dificultad por la falta de su miembro?

---

---

---

2. ¿Qué herramientas se usan para cada actividad?

---

---

---

3. ¿Qué herramientas le causan incomodidad?

---

---

---

4. ¿Cuánto tiempo extra le toma el realizar su trabajo?

---

---

---

5. De tener una prótesis, cambiaría su ritmo de vida ¿En qué forma?

---

---

Fuente: Alvarez C.

### Anexo 3: Formato ficha de observación al usuario

Nombre del Observador			
Nombre del usuario			
Edad			
Ocupación			
Objetivo:			
Tipo de amputación			
			Fotografías
Medidas de la mano	Largo	grosor	
		Base proximal	Extremo distal
Dedo índice			
Dedo meñique			
Dedo anular			
Medidas de la mano	Largo	Ancho	
Palma			
Grosor de la muñeca			
Extensión del antebrazo			
Análisis			

Fuente: Alvarez C.

**Anexo 4: Formato ficha de observación de actividades**

TEMA:			
Observador: Carla Alvarez T.			
Objetivo:			
Lugar:			
Actividad	Herramientas	Tiempo	Imagen
Descripción			
Análisis:			

Fuente: Alvarez C.

**Anexo 5: Formato ficha de observación de herramientas**

TEMA:

Observador: Carla Alvarez T.

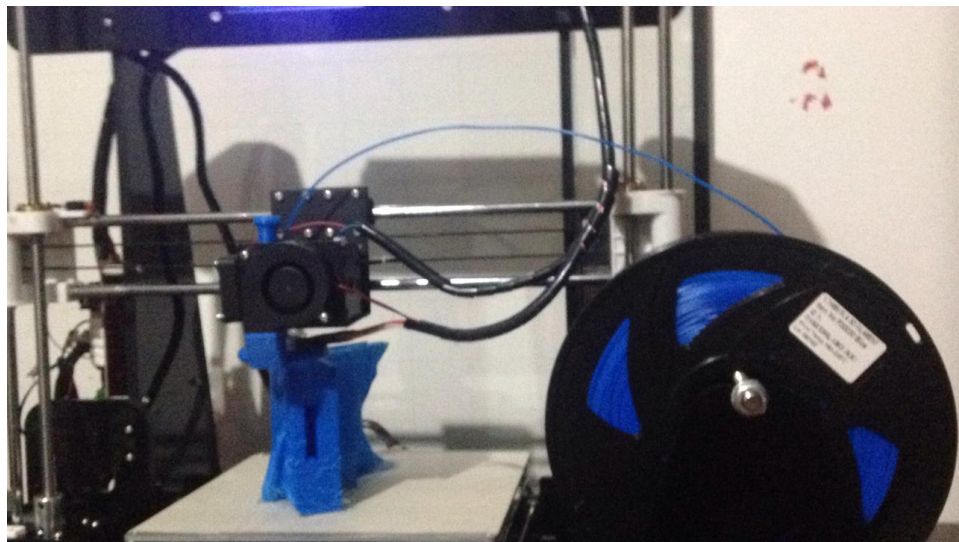
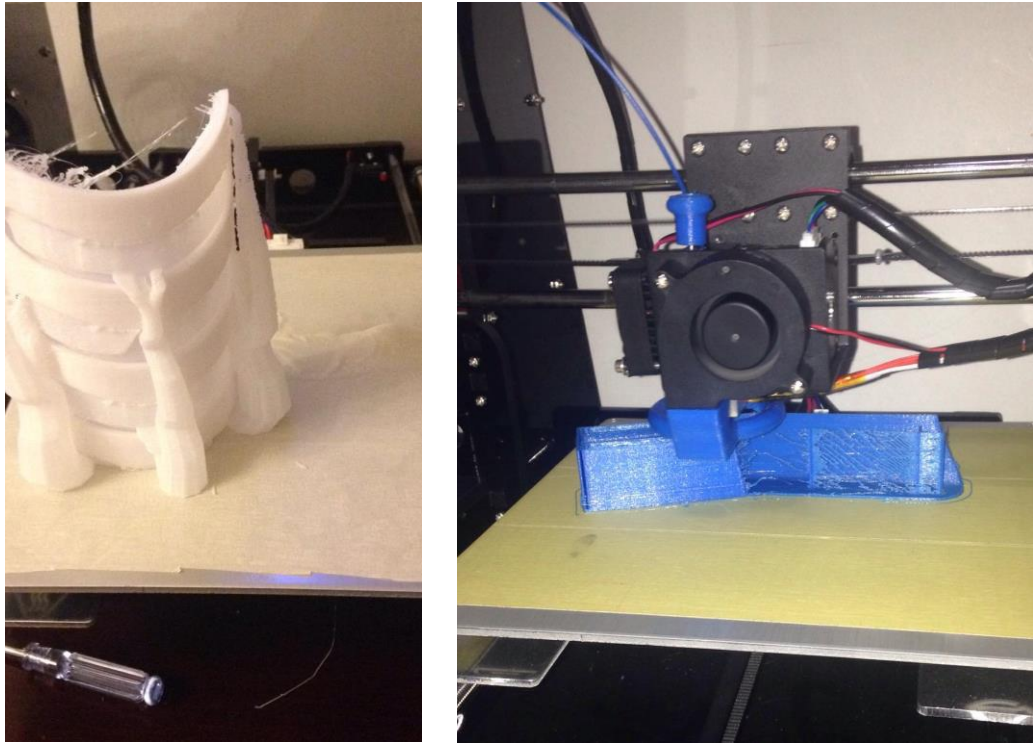
Objetivo:

Fecha:

<b>Marca</b>		<b>Imagen</b>
<b>Costo</b>		
<b>Longitud</b>		
<b>Características</b>		

Fuente: Alvarez C.

Imagen 4.26: Construcción prótesis



Fuente: Alvarez C.

Imagen 4.27: Piezas construidas



Fuente: Alvarez C.