

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

## **“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA PHVA PARA MEJORAR LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURA DE MÁQUINAS PELADORAS DE POTA EN LA EMPRESA TECMAQUIND SAC 2023”**

**Trabajo de suficiencia profesional para optar al título**

**profesional de:**

**Ingeniero industrial**

**Autores:**

Branny Hans Alfaro Ayala  
Daniel Frank Atagua Canales

**Asesor:**

Dr. José Manuel Barandiarán Gamarra  
**0000-0002-9666-5888**

**Lima - Perú**

**2024**

## Informe de Similitud






Página 2 of 95 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3122492199

### 15% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

#### Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### **Dedicatoria**

Branny Hans Alfaro Ayala

Dedico este trabajo de suficiencia profesional a mi amada esposa, cuyo amor y apoyo incondicional me han dado la fuerza para llegar hasta aquí, y a mis hijos, quienes me inspiran a seguir adelante con esperanza y determinación. A mi madre, quien desde el cielo sigue guiándome con su amor y sabiduría, a mi padre, por su ejemplo de esfuerzo y dedicación. También a mis hermanos, cuyo respaldo y cariño han sido fundamentales a lo largo de este camino. A todos ustedes, gracias por ser mi motivación constante y por brindarme el amor y apoyo que me han permitido alcanzar esta meta.

Daniel Frank Atagua Canales

Dedico este trabajo de suficiencia profesional a mis tres hijos y mi hija, quienes son mi fuente de inspiración durante todo este proceso. A mi querida madre por su amor y dedicación han sido esencial para mi crecimiento personal y profesional. En especial a mi padre, quien no se encuentra físicamente presente, sigue viviendo en mi corazón y en mis recuerdos. Su legado y su influencia en mi vida han sido invaluable y sé que se siente orgullosos de cada logro obtenido.

## **Agradecimiento**

Agradecemos a Dios por su sabiduría y fortaleza, que nos guiaron a lo largo de este proceso. A nuestras familias, por su amor incondicional y apoyo constante, que fueron nuestra fuente de motivación. A nuestro asesor de tesis Dr. José Manuel Barandiarán Gamarra por su valiosa orientación y dedicación. A la empresa TECMAQUIND SAC que nos permitió aplicar nuestros conocimientos en un entorno real, enriqueciendo nuestra investigación. A los docentes de la universidad, por compartir su sabiduría y prepararnos para enfrentar los retos del futuro, y a la universidad Privada del Norte por brindarnos las herramientas necesarias para alcanzar nuestras metas. Finalmente, a nosotros mismos, por el esfuerzo y la perseverancia que nos han permitido culminar este proyecto con éxito.

## Tabla de contenido

Índice de tablas.....	10
Índice de Figuras .....	12
Índice de ecuaciones.....	14
RESUMEN EJECUTIVO .....	15
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	16
Datos de la empresa.....	16
Logo de la empresa: .....	17
.....	17
Ubicación de la Empresa.....	17
Organigrama de la empresa:.....	18
.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Misión de la Empresa:.....	21
Visión de la Empresa: .....	21
Valores de la empresa: .....	21
Antecedentes de trabajo de investigación .....	23
Nacionales .....	23
Internacionales .....	26
Ciclo Deming o PHVA .....	28
Pasos del ciclo Deming o PHVA .....	29
Diagrama de Ishikawa.....	30
Diagrama de Pareto .....	31

Recolección de datos: .....	31
Clasificación: .....	31
Cálculo porcentual: .....	32
Construcción gráfica: .....	32
Reducción de Costos .....	32
Estudio de tiempos .....	33
Estudio de tiempos y movimientos: .....	33
Análisis de métodos de trabajo: .....	33
Determinación de estándares de tiempo: .....	33
Ciclos de trabajo y observación directa: .....	34
Optimización y mejora continua: .....	34
Diagrama ABC .....	34
Categoría A: .....	34
Categoría B: .....	35
Categoría C: .....	35
La técnica de los 5 Porqués .....	36
Ejemplo práctico .....	36
Productividad .....	36
Tecnología: .....	37
Capacitación Laboral: .....	37
Gestión y Organización: .....	37

Condiciones Laborales: .....	37
Indicadores de producción .....	37
Indicador de Productividad (P) .....	37
Indicador de Costo de Producción (CP).....	38
Indicador de Tiempo de Ciclo de Fabricación (TCF) .....	38
Indicador de Eficiencia de Tiempo de Fabricación (Etf) .....	39
Indicador de Merma .....	40
Indicador de Costos por Reclamos (ICR): .....	40
Limitaciones .....	42
Experiencia Profesional.....	43
Objetivos .....	44
Objetivo General .....	44
Objetivos Específicos .....	44
Etapas de Desarrollo de Proyecto.....	45
Herramientas utilizadas para la identificación del problema. ....	47
Consideraciones Éticas.....	49
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>51</b>
Resultado del Objetivo Específico 1 .....	51
Diagnóstico.....	51
Análisis de Deficiencia en la Estructura de la Máquina Peladora de Pota.....	52
<b>Resultado del Objetivo Específico 2 .....</b>	<b>57</b>

Detalles Técnicos de la Estructura de la Máquina Peladora 2022 .....	58
Material de Construcción: .....	58
Dimensiones y Diseño de la Estructura: .....	59
Cálculo de Indicadores Iniciales .....	65
Tiempo de Ciclo de Fabricación 2022 .....	65
Productividad 2022 .....	65
Cálculo Merma Anual 2022 .....	66
Costo por Atención de Reclamos .....	67
Costo de Producción.....	69
Cálculo de costo de producción total del 2022 .....	70
Rediseño de Estructura de la Máquina Peladora de Pota 2023 .....	71
Diagrama de operaciones de procesos .....	74
Diagrama de Recorrido de Procesos para la Nueva estructura .....	76
Cálculo de Indicadores de la Nueva Estructura. ....	78
Tiempo de Ciclo de Fabricación 2023 (TC).....	78
Productividad 2023 .....	78
Cálculo de Merma Anual 2023 .....	78
Costo por Atención a Reclamos .....	79
Costo de Producción.....	81
Costo de Materiales.....	81
Costo de mano de obra .....	82

Cálculo de costo de producción total del 2023. ....	83
Desarrollo del objetivo específico 3.....	93
Análisis Comparativo de Indicador de Productividad.....	84
Análisis comparativo de la capacidad de producción 2022 – 2023 .....	85
Análisis comparativo de Merma 2022 – 2023 .....	86
Análisis Comparativo de los Costos por Atención de los Reclamos .....	87
Análisis Comparativo de Costos de Fabricación 2022 – 2023.....	88
Desarrollo del objetivo específico 4.....	93
Verificación de Cumplimiento de PHVA .....	90
Equipo trabajo PHVA. ....	92
Análisis económico de costo benéfico. ....	93
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	96
Conclusiones .....	96
Anexo N° 1 .....	104
Anexo N° 2.....	106
Anexo N° 3 .....	108
Anexo N° 4.....	109
Anexo N° 5 .....	110
Anexo N° 6.....	111
Anexo N° 7.....	112

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Etapas de PHVA.....	29
<b>Tabla 2</b> Etapas de Proyecto Basado en las Fases de PHVA.....	46
<b>Tabla 3</b> Herramientas para Identificación del Problema. ....	48
<b>Tabla 4</b> Resultados de la Encuesta y Resultados Documentario de la Máquina Peladora de Pota.....	52
<b>Tabla 5</b> Análisis de Problemas .....	54
<b>Tabla 6</b> <i>Análisis de Causas más Relevantes</i> .....	55
<b>Tabla 7</b> <i>Análisis de Causas Críticas</i> .....	56
<b>Tabla 8</b> <i>Diagrama de Gantt</i> .....	58
<b>Tabla 9</b> <i>Diagrama de Análisis de Procesos</i> .....	62
<b>Tabla 10</b> <i>Cálculo de Productividad 2022</i> .....	65
<b>Tabla 11</b> <i>Cálculo de Merma No reutilizable</i> .....	66
<b>Tabla 12</b> Costo por Atención a Reclamos .....	68
<b>Tabla 13</b> <i>Material para la Estructura de la Máquina Peladora de Pota</i> .....	69
<b>Tabla 14</b> Costos de Mano de Obra para la Fabricación de Estructura de la Máquina Peladora de Pota.....	70
<b>Tabla 15</b> <i>Costo de Producción Incurrido en 2022</i> .....	70
<b>Tabla 16</b> <i>Diagrama Análisis Procesos de la Nueva Estructura de la Máquina Peladora de Pota</i> .....	75
<b>Tabla 17</b> <i>Cálculo de Productividad de la Fabricación de la Nueva Estructura</i> . 78	
<b>Tabla 18</b> <i>Cálculo de Merma no Reutilizable</i> .....	78
<b>Tabla 19</b> <i>Costo por Atención a Reclamos</i> . ....	80
<b>Tabla 20</b> <i>Costo de Materiales de la Nueva Estructura</i> . ....	82
<b>Tabla 21</b> <i>Costos de Mano de Obra de la Nueva Estructura</i> . ....	82

<b>Tabla 22</b> <i>Costos de Producción de la Nueva Estructura.</i> .....	83
<b>Tabla 23</b> <i>Productividad 2022 - 2023</i> .....	84
<b>Tabla 24</b> <i>Cálculo de Capacidad Producción.</i> .....	85
<b>Tabla 25</b> <i>Comparativa de los Dos Periodos 2022 - 2023</i> .....	86
<b>Tabla 26</b> <i>Comparación de los Costos por Atención de Reclamos 2022 - 2023</i> ..	87
<b>Tabla 27</b> <i>Costo Comparativo de Fabricación 2022 - 2023</i> .....	88
<b>Tabla 28</b> <i>Cumplimiento de las Etapas PHVA</i> .....	90
<b>Tabla 29</b> <i>Costos de Implementación PHVA</i> .....	94
<b>Tabla 30</b> <i>Resumen de Ahorros</i> .....	95

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Logo de la Empresa .....	17
<b>Figura 2</b> Ubicación de la Empresa .....	17
<b>Figura 3</b> Organigrama de la Empresa.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 4</b> Catálogo de Máquinas .....	19
<b>Figura 5</b> Catálogo de Máquinas y Proyectos.....	20
<b>Figura 6</b> Valores de la Empresa .....	21
<b>Figura 7</b> Procesos de Fabricación de Estructuras Metálicas .....	30
<b>Figura 8</b> Diagrama de Ishikawa .....	31
<b>Figura 9</b> e Ejemplo de Diagrama de Pareto .....	32
<b>Figura 10</b> <i>Diagrama de Análisis - Causa Efecto</i> .....	53
<b>Figura 11</b> Diagrama Causa Efecto .....	54
<b>Figura 12</b> <i>Diseño de Estructura de Máquina Peladora de Pota</i> .....	59
<b>Figura 13</b> <i>Dimensiones de Estructura</i> .....	60
<b>Figura 14</b> <i>Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP) Inicial</i> .....	61
<b>Figura 15</b> <i>Diagrama de Recorrido</i> .....	64
<b>Figura 16</b> <i>Gráfico del Desperdicio Generado en el Año 2022.</i> .....	67
<b>Figura 17</b> <i>Gráfica de Costos por Atención de Reclamos.</i> .....	68
<b>Figura 18</b> <i>Gráfica de los Costos de Producción del Año 2022.</i> .....	71
<b>Figura 19</b> <i>Nuevo Diseño de Estructura de Máquina Peladora de Pota</i> .....	72
<b>Figura 20</b> <i>Dimensiones Generales de Nueva Estructura de Máquina peladora de Pota</i> .....	73
<b>Figura 21</b> <i>Medidas Generales de Estructura de Faja Transportadora de Peladora</i>	

<i>de Pota</i> .....	73
<b>Figura 22</b> <i>DOP de Nueva Estructura Peladora de Pota 2023</i> .....	74
<b>Figura 23</b> <i>Diagrama de Recorrido para la Fabricación de la Nueva Estructura de la Máquina Peladora de Pota</i> .....	77
<b>Figura 24</b> <i>Gráfico de los Desperdicios en el Año 2023</i> .....	79
<b>Figura 25</b> <i>Gráfica por Atención de Reclamos 2023</i> .....	81
<b>Figura 26</b> <i>Gráfica de Costos de Producción 2023</i> .....	83
<b>Figura 27</b> <i>Productividad de los Años 2022 - 2023</i> .....	85
<b>Figura 28</b> <i>Gráfico Comparativo de Porcentajes de Desperdicios o Merma no Reutilizables</i> .....	86
<b>Figura 29</b> <i>Comparación de Costo total en Atención de Reclamos</i> .....	87
Figura 30 <i>Costos Producción por Unidad</i> .....	89
<b>Figura 31</b> <i>Comparación Gráfica de Costos de los Años 2022 - 2023</i> .....	89

### Índice de ecuaciones

<b>Ecuación 1</b> :Indicador de Productividad (P).....	38
<b>Ecuación 2</b> :Indicador de Costo de Producción (CP).....	38
<b>Ecuación 3</b> :Indicador de Tiempo de Ciclo (TCF) .....	39
<b>Ecuación 4</b> :Indicador de eficiencia de tiempos de Fabricación (ETF) .....	39
<b>Ecuación 5</b> :Indicador de Merma (IM).....	40
<b>Ecuación 6</b> : Indicador de Costos por Reclamos.....	41

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional se desarrolló en la empresa TECMAQUIND SAC, una empresa especializada en la fabricación y mantenimiento de Máquinaria para la industria pesquera. El proyecto tuvo como objetivo implementar la metodología PHVA en la mejora de la fabricación de estructura para Máquina peladora de pota. La empresa enfrentaba problemas con el diseño estructural y la falta de estandarización de los procesos. El proyecto se abordó mediante la implementación de la metodología PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), con el fin de optimizar tiempos de producción, reducir costos y mejorar la calidad de las máquinas. Para el diagnóstico del problema, se utilizaron herramientas como encuestas a clientes y empleados, análisis documental de los procesos de fabricación, técnicas de análisis como el diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y la técnica de los 5 porqués. Estas herramientas permitieron identificar las causas raíz de las fallas en la estructura de la máquina, como el diseño inadecuado y los procesos no estandarizados. Los resultados de la implementación de mejoras fueron reducir el tiempo de fabricación de la estructura en un 19%, el costo de producción en un 58%, y aumentar la productividad en un 69%. Además, la merma se redujo en un 78%, y los costos por reclamos disminuyeron un 63%. Las competencias profesionales aplicadas durante el desarrollo de este proyecto incluyeron el análisis de procesos, la toma de decisiones informadas, la gestión de proyectos y la implementación de mejoras continuas. La colaboración interdepartamental y la capacidad de trabajar con herramientas de ingeniería industrial fueron claves para el éxito del proyecto. La metodología PHVA demostró ser efectiva para mejorar la calidad de la producción y optimizar recursos, consolidando una base para futuras mejoras sostenibles.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La fabricación de máquinas se enfrenta a un entorno industrial caracterizado por su alta competitividad y constantes cambios. En este contexto, la optimización de procesos, la reducción de costos y la mejora de la calidad de los productos se han vuelto esenciales para el éxito organizacional. El ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) se presenta como un enfoque efectivo para la gestión de la calidad y la mejora continua dentro de los procesos productivos.

Este ciclo fomenta la eficacia y la creatividad, al tiempo que permite identificar, analizar y resolver los problemas. La aplicación del PHVA permite a las empresas modificar sus métodos de producción en respuesta a las necesidades del mercado, garantizando que los productos cumplen las normas de calidad y satisfacen a los clientes.

Analizar el uso del ciclo PHVA en la fabricación de Máquinaria y evaluar sus efectos sobre la eficacia operativa y la calidad del producto final es el objetivo de este proyecto de competencia profesional. Los hallazgos de esta investigación tienen la intención de contribuir a una mejor comprensión de cómo el PHVA puede servir como un motor para la mejora continua en la industria de fabricación de máquinas.

### **Datos de la empresa**

La compañía que se analizará en este estudio es TECMAQUIND SAC, empresa fundada en el año 2006 por don José Alfaro Peña y doña Gloria Ayala Valverde, inicialmente fue creada como taller metalmecánico que con el pasar de los años y la experiencia alcanzada en la industria de la fabricación de máquinas y el manejo del acero inoxidable como su materia prima principal se ha ganado un lugar en el mercado local e internacional, ahora dedicada a los proyectos, diseño, fabricación, mantenimiento e instalación de máquinas para la industria pesquera, agroindustria e industria gastronómica,

enfocada especialmente en el mercado pesquero, produciendo equipos para la elaboración de productos congelados y CHD (Consumo Humano Directo).

**Logo de la empresa:**

**Figura 1**

*Logo de la Empresa*



*Nota.* Logo de empresa TECMAQUIND SAC. Extraído de Tecmaquind (2017).

Home.Tecmaquind.<https://tecmaquind.com/index.htm>

**Ubicación de la Empresa:**

**Figura 2**

*Ubicación de la Empresa*

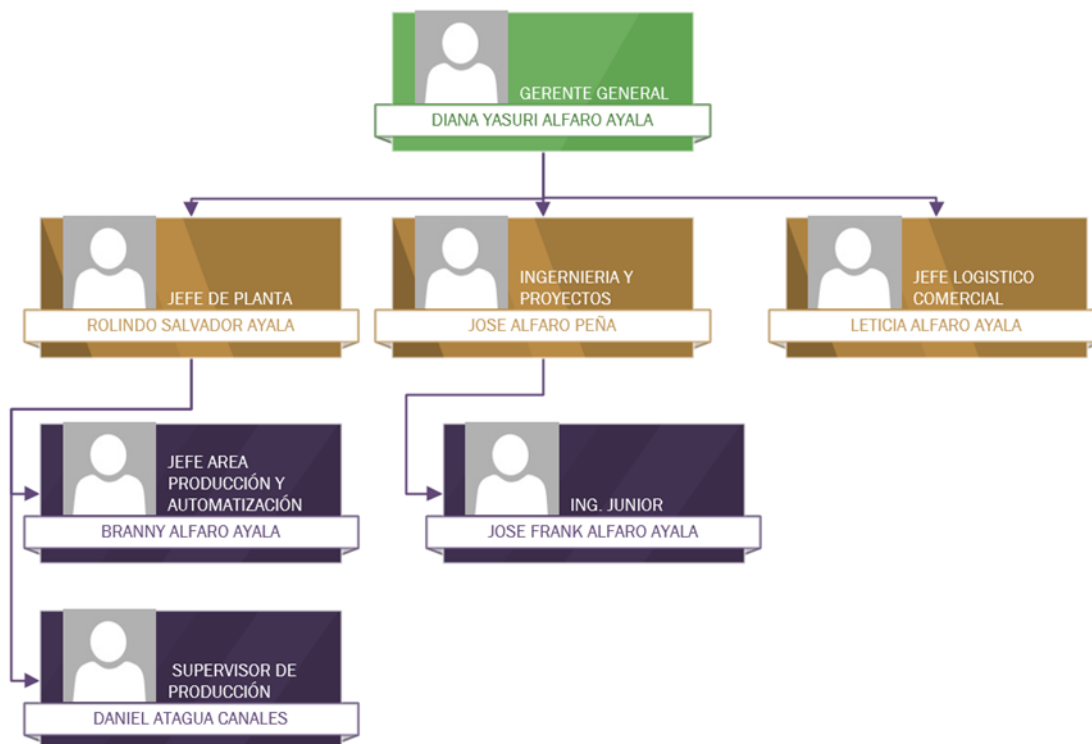


*Nota.* Ubicación satelital de TECMAQUIND SAC. (2024). extraída de Google Maps.

**Organigrama de la empresa:**

**Figura 3**

*Organigrama de Tecmaquind SAC*



*Nota.* Organigrama de la Empresa. Extraído del mural de Tecmaquind SAC .

Dentro de su extenso catálogo de productos se encuentran las siguientes máquinas:

Máquinas para el procesamiento de cefalópodos o calamares, tales como peladoras, laminadoras, anillado ras, desblocadoras de aros, mesas de fileteado, entre otros.

Máquinas para la línea de pulpo u octópodos, como los trompos rizadores de pulpo, mesas de procesamiento, etc.

Máquinas para el procesamiento de pescado, como por ejemplo máquinas de sierra de cinta para pescados grandes y medianos, cortadoras de cabeza, cola y eviscerado de anchoveta o peces medianos, y más.

Además, cuentan con un departamento de ingeniería y proyectos que se encarga de satisfacer las necesidades específicas de los clientes, realizando la ingeniería de diseño y

distribución de planta según el requerimiento de los mismos. Gracias a esto, han logrado ganar proyectos como salas de daruma y líneas automatizadas de procesamiento de pota, desde la recepción de la materia prima hasta el envasado, entre otros.

**Figura 4**

*Catálogo de Máquinas*



*Nota.* La figura muestra las Máquinas y Proyectos, tomado del área comercial de TECMAQUIND SAC.

**Figura 5**

*Catálogo de Máquinas y Proyectos*



*Nota.* La figura muestra las Máquinas y Proyectos, tomado del área comercial de TECMAQUIND SAC.

Como empresa de fabricación TECMAQUIND SAC siempre lleva a cabo la prestación de sus servicios post venta de sus máquinas, como por ejemplo cumplimiento de garantías o mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos. Estos servicios permiten identificar posibles defectos en las máquinas, para posteriormente realizar mejoras en ellas.

Con una experiencia de más de 18 años en el mercado nacional, nuestros clientes incluyen las principales pesqueras como PESQUERA EXALMAR S.A.A., PERQUERA AUSTRAL, PESCADOS Y CEFALOPODOS DEL PERU, entre otras. Además, hemos

ampliado nuestras operaciones exportando nuestras máquinas y líneas de proceso a países como Chile, México, Ecuador, entre otros. Demostrando que en Perú se puede establecer una industria de forma profesional y con altos estándares de calidad.

TECMAQUIND SAC Cuenta con un total de 20 empleados, incluyendo personal administrativo y de producción.

**Misión de la Empresa:**

"Cubrir las demandas de nuestros clientes, brindándoles los estándares más altos y una garantía elevada en nuestros equipos. La innovación en nuestros equipos e iniciativas contribuye a perfeccionar y potenciar sus procesos en cada área de sus mercados. Tecmaquind. (2017).

**Visión de la Empresa:**

"Atender y complacer a nuestros clientes proporcionando soluciones operativas a sus procesos de producción con eficacia en nuestros bienes y servicios". Tecmaquind. (2017)

**Valores de la empresa:**

**Figura 6**

*Valores de la Empresa*



*Nota.* Esquema de Valores de la Empresa. Tomada de TECMAQUIND SAC. (2023).

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

La base de los conocimientos adquiridos en la producción de estructuras de máquinas peladoras de calamares como bachiller en ingeniería industrial a través de años de experiencia profesional es el método pragmático de fusión de diseño, los procedimientos de fabricación y la gestión eficaz. El uso de técnicas de mejora continua y el cumplimiento de requisitos técnicos que garantizan altos niveles de calidad y seguridad han mejorado los conocimientos adquiridos en la supervisión y ejecución de distintos proyectos industriales. La familiarización con la herramienta CAD en el diseño permite diseñar, generación y validar los planos estructurales detallado que logran un equilibrio entre eficiencia económica, sostenibilidad y utilidad. El enfoque del aprendizaje se ha centrado en el proceso principal de corte, la soldadura y la unión de estructuras metálicas. El acero inoxidable es un material resistente a la corrosión, que lo convierte sumamente funcional. La incorporación de tecnología actual y la técnica de soldadura TIG han sido fundamentales para crear estructuras que no solo son fuertes, sino también de alta calidad.

Además de la tecnología y las herramientas avanzadas, se ha integrado la ingeniería industrial para optimizar la eficiencia en la producción. Esto no solo ha permitido reducir el tiempo y los desperdicios, sino que ha hecho que cada etapa del proceso sea más ágil y precisa, sin sacrificar la calidad del producto final.

La seguridad en el trabajo y la gestión de la calidad también han sido fundamentos esenciales en este planteamiento. Cada paso del proceso de producción se somete a estrictos controles para garantizar que cada producto satisface las expectativas del cliente. Las listas de comprobación y las inspecciones técnicas han sido instrumentos esenciales para garantizar que todos los aspectos se examinan y verifican antes de entregar el producto al cliente.

La experiencia adquirida en el liderazgo y la gestión de varios equipos

multidisciplinarios también ha sido crucial. Organizar y coordinar proyectos de manera estratégica ha permitido optimizar recursos, ajustarse a al tiempo previsto y cumplir con los presupuestos propuestos, lo que ha resultado en una producción más eficiente y en la reducción de costos.

Todo este conocimiento práctico y analítico es la base para desarrollar este trabajo de suficiencia profesional, que busca analizar y resolver desafíos específicos en la fabricación de estructuras metálicas. Al mismo tiempo, impulsa la creación de soluciones innovadoras y sostenibles, orientadas siempre a mejorar y optimizar los procesos industriales, no solo desde el punto de vista técnico, sino también en términos ambientales y los avances de la industria.

## **Antecedentes de trabajo de investigación**

### ***Nacionales***

Díaz García (2017), realizó un estudio denominado “*Aplicación del Ciclo PHVA para Incrementar la Productividad del Área de Soldadura de la Empresa Metalmecánica Comeco Sac 2017*”, ofrecida en la universidad Cesar Vallejo. el autor llevó a cabo una investigación cuantitativa y cuasi-experimental con el objetivo de examinar el efecto de la metodología PHVA en la optimización de la productividad en el sector de soldadura de una compañía metalmecánica. El estudio, de naturaleza explicativa y longitudinal, analizó los registros numéricos de producción durante 12 semanas previo y posterior a la puesta en marcha del ciclo PHVA, evidenciando un aumento en la productividad del 26%, eficiencia del 12.2% y eficacia del 17.4%. A través de un test t de Student, la investigación corroboró la eficacia del método PHVA al descartar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. Podemos decir entonces que este proyecto fue rentable para la empresa.

Córdova Ojeda & Gutiérrez Norabuena (2024), en su investigación denominada “Aplicación del ciclo PHVA y el control estadístico para reducir la cantidad de productos no conformes en el proceso de soldadura de plataformas metálicas para módulos integrales”, presentada en la universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, cuyo propósito de este estudio fue reducir el porcentaje de productos no conformes en la producción de plataformas metálicas de módulos integrales del 38.9% al menos del 10.0%. Para lograrlo, se propuso el uso de la metodología del PHVA y el control estadístico.

Esto facilitará la identificación de las causas fundamentales de los defectos, la puesta en marcha de medidas correctivas eficaces y la estandarización de los procesos laborales. La implementación ha evidenciado un notable progreso en el índice de capacidad de proceso (Cpk), elevando su media de 0.17 a 1.20. Esto corrobora que el proceso ahora posee la habilidad de producir productos que cumplan con las especificaciones necesarias, aproximando al objetivo esperado de 1.33 gracias a la reducida variabilidad en el proceso de soldeo. Durante el proceso de soldadura de plataformas metálicas para módulos integrales, la cantidad de PNC disminuyó considerablemente, pasando del 38.9% al 4.6%. Resulta lucrativo y factible: TIR = 262% y VAN = \$ 102 287.12. Con la puesta en marcha de las gráficas de control, potenciaremos la identificación de desviaciones y posibles errores. Para concluir, se consiguió alcanzar los objetivos propuestos.

Hervacio Venturo (2019), en su trabajo de investigación titulada “Diagnóstico y mejora del proceso de producción en el área de mecanizado de cocinas domésticas a gas, en una empresa metalmeccánica aplicando la metodología PHVA” en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, En la investigación realizada en la empresa metalmeccánica sobre el proceso de producción de cocinas domésticas a gas, el autor aplicó el ciclo PHVA para optimizar tiempos y costos en tareas específicas de fabricación, como troquelado, corte de esquinas y soldadura de componentes. se empleó el enfoque cuantitativo toda vez

que sigue un patrón estructurado, el Tipo de investigación es descriptivo – aplicativo, Los Datos fueron obtenidos de la empresa, específicamente del área productos terminados de los 3 últimos años, 2015, 2016 y 2017. Los resultados mostraron una reducción significativa en los tiempos de producción, con mejoras del 0.91% en troquelado, 44.70% en el recorte de esquinas y del 4.02% en la soldadura. Además, los costos se redujeron en un 0.79% en troquelado, 47.52% para el recorte de esquinas y en un 3.50% para la soldadura, logrando un incremento promedio en la eficiencia de producción del 20.76% en el área de mecanizado, lo que refleja la efectividad de la metodología PHVA en la mejora continua y en la reducción de costos productivos.

Bravo y Paucar Zúñiga (2023) llevaron a cabo un estudio titulado *“Implementación del PHVA para incrementar la productividad en el área de producción de una empresa de metal mecánica, Lurín”*, presentado en la Universidad César Vallejo. El estudio, de enfoque cuantitativo y tipo aplicado, tuvo un diseño longitudinal y utilizó datos de producción durante dos períodos de dos meses (pretest y postest). Los autores emplearon pedidos realizados durante 52 días como muestra y analizaron la productividad mediante órdenes de pedido en el área de producción. Los resultados mostraron mejoras significativas: un aumento de 24.94% en la productividad, de 14.43% en la eficiencia y de 16.53% en la eficacia, lo que concluyó en una implementación exitosa del ciclo PHVA en la empresa.

Rosas Encarnación (2019), llevó a cabo una investigación denominada "Utilización del ciclo PHVA para incrementar la productividad en el sector de producción de pintado automotriz de la compañía FAMTRES E.I.R.L Rímac - 2019" en la Universidad Cesar Vallejo. Este estudio se llevó a cabo en el sector de producción de pintado automotriz con la finalidad de valorar cómo el ciclo PHVA (Planificar, Realizar, Comprobar, Actuar) influye en la productividad. El proyecto, de diseño pre-experimental y orientación

cuantitativa, utilizó instrumentos de mejora continua para normalizar los procesos de control y supervisión, que anteriormente no contaban con formalización. La puesta en marcha del ciclo PHVA solucionó problemas de organización y planificación, lo que resultó en un incremento en la eficiencia y el respeto de las fechas de entrega a los clientes. Mediante el uso del test estadístico de Shapiro-Wilk, la información evidenció un incremento considerable en la productividad, además de la eficiencia y efectividad del área de producción de la compañía FAMTRES E.I.R.L durante el 2019.

### ***Internacionales***

Llamuca Llanga y Moyón Moyón (2019) llevaron a cabo un estudio denominado “Implementación de la metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) con el objetivo de aumentar la productividad en el proceso de fabricación de cascos de seguridad industriales en la compañía HALLEY CORPORACIÓN”. Este estudio se llevó a cabo en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en Ecuador. El propósito de la investigación fue valorar el efecto del ciclo PHVA en la productividad de la compañía. Mediante un análisis inicial, se detectaron elementos que dificultaban la producción, como la ausencia de normalización y la falta de un método de orden y limpieza, registrando una productividad inicial del 55%. Después de poner en marcha un plan de mejora continua y utilizar técnicas adicionales como Métodos y Tiempos y las 9S, se lograron avances significativos: una disminución del 5% en el tiempo de producción, una adherencia del 84% a la metodología 9S, y un aumento del 87% en la productividad de la línea de seguridad industrial, lo que se tradujo en un incremento económico anual del 5.6%. El estudio determinó que la metodología PHVA en combinación con instrumentos de mejora de calidad es eficaz para incrementar la productividad.

En su estudio titulado *"aplicación del ciclo PHVA en la fabricación y ubicación de*

*capas de rodadura tipo mdc*” expuesto en la Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia, Rojas Cabrera (2020) examinó la implementación del ciclo PHVA (Planear, Hacer, Planificar, Actuar) bajo el marco de la NTC-ISO 9001: 2015, indagando en cómo este método afecta la producción y ubicación de capas de rodadura tipo MDC. El estudio resaltó que, tras ser adoptados, los principios de la norma facilitan una estructura organizativa más eficaz y enfocada en la calidad. Además, se sostiene que el ciclo PHVA proporciona una orientación gerencial fundamentada en metas, procedimientos y monitoreo de indicadores para alcanzar una capa de rodadura perdurable y satisfacer las especificaciones de calidad necesarias por el cliente y las normativas. Se determinó que el ciclo PHVA no solo optimiza la estructuración de los procesos, sino que también simplifica la rectificación de desviaciones y potencia la productividad a través de un modelo de mejora constante.

Chiluiza Yanchatipan y Rodríguez Chicaiza (2022) llevaron a cabo un estudio titulado "Implementación de la metodología PHVA y 9's como mejora continua del proceso de producción WET BLUE en la empresa Servicueros S.A." en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en Riobamba, Ecuador. En su investigación, los autores utilizaron el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) junto con las 9's para realizar un análisis detallado de la situación inicial de la empresa. A través de visitas, encuestas, entrevistas y herramientas como los diagramas de Pareto e Ishikawa, identificaron la falta de estandarización de los métodos de trabajo y la ausencia de disciplina, lo que impactaba negativamente en la productividad. Como resultado, se implementó un plan de acción basado en PHVA que logró aumentar la eficacia del 72,84% al 74,06%, la eficiencia del 71,85% al 76,17% y la productividad de 182 a 185 pieles diarias. Además, la aplicación de las 9's facilitó un ambiente más organizado y disciplinado, contribuyendo al continuo mejoramiento del proceso productivo en la empresa.

En su investigación, Gómez Valdez (2020) analizó “el efecto de la mejora continua en la productividad y la calidad en la línea de producción H12 de la empresa Papel San Francisco (PSF)” en Mexicali, Baja California. El estudio, realizado en la Universidad Autónoma de Baja California, evaluó la implementación del ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) para proponer estrategias que aumenten la productividad sin comprometer la calidad del producto. Utilizando un enfoque descriptivo y un método hipotético-deductivo, el estudio incluyó encuestas con escala de Likert de cinco puntos a 50 empleados de PSF, permitiendo una comprensión detallada de la percepción del personal y los niveles actuales de productividad. Los resultados de la validación y medición de las variables evidenciaron un incremento significativo en los índices de productividad tras la aplicación de mejoras, subrayando el impacto positivo de la metodología de mejora continua en el rendimiento operativo.

## **Bases Teóricas**

### **Ciclo Deming o PHVA**

William Deming desarrolló el modelo de PHVA en los años 50 como un proceso de aprendizaje o mejora fundamentado en el método científico para solucionar problemas. Deming mismo lo llamó ciclo de Shewhart, ya que desarrolló el modelo basándose en una propuesta de su guía, Walter Shewhart. El Ciclo PHVA es una metodología organizada empleada para la optimización de los procesos en una organización. Cada etapa del ciclo persigue un propósito concreto que, en su totalidad, aspira a perfeccionar y hacer más eficaces los procesos. Este modelo ofrece un esquema de trabajo que facilita a las organizaciones la planificación, realización, evaluación y modificación de las acciones requeridas para un mejoramiento constante.

Además, Gitlow, Oppenheim y Oppenheim dicen que "El Ciclo PHVA es un procedimiento sistemático para planificar, ejecutar, evaluar y modificar acciones que

incrementen de manera constante la calidad y eficacia de los procesos" (Gitlow, Oppenheim y Oppenheim, 2013, p. 123).

### *Pasos del ciclo Deming o PHVA*

**Tabla 1**

#### *Etapas de PHVA*

Fase	Descripción	Objetivos	Actividades
Planificar (Plan)	Establecer objetivos y estrategias	Definir metas, identificar problemas y oportunidades	Diagnóstico, definición de objetivos, planificación
Hacer	Implementar acciones planificadas	Ejecutar cambios, recopilar datos y monitorear progreso	Ejecución de acciones, recopilación de datos y seguimiento
Verificar	Evaluar resultados y comparar con objetivos	Analizar datos, identificar desviaciones y oportunidades	Análisis de datos, evaluación de resultados y ajustes
Actuar (Act)	Ajustar y mejorar procesos	Implementar ajustes, mejorar procesos y validar efectividad	Implementación de ajustes, mejora continua y validación

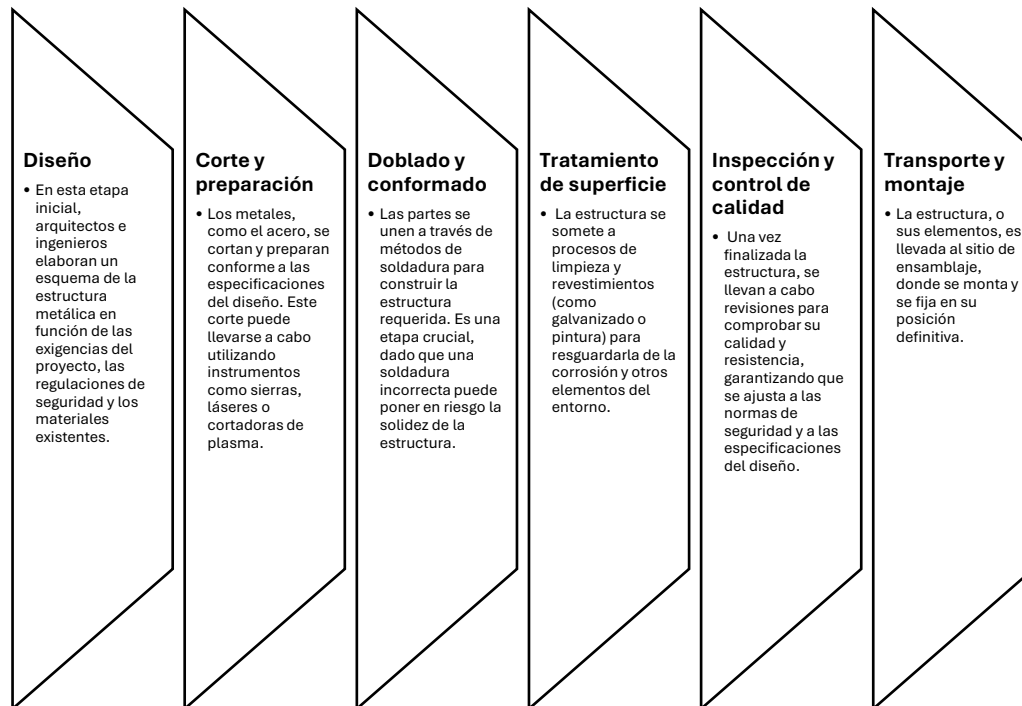
Nota. en la tabla se encuentran descritas las etapas de implementación de la metodología PHVA, tomado de Gitlow, H. S., Oppenheim, A. J. y Oppenheim, R. (2013).

### *Proceso de Fabricación de Estructuras Metálicas*

El proceso industrial de producción de estructuras metálicas se refiere al diseño, producción y montaje de piezas y componentes de metal para construir diferentes estructuras, tales como edificaciones, puentes y Máquinaria. Estos procedimientos abarcan el corte, soldadura, doblado y montaje de metales, en especial acero, con el objetivo de construir estructuras robustas y duraderas. Su aplicación es crucial en áreas como la edificación, la ingeniería civil y la industria metalmeccánica, dado que estas estructuras sirven como base para poder ensamblar sobre ellas diferentes componentes, además de soportar diferentes cargas.

**Figura 7**

*Procesos de Fabricación de Estructuras Metálicas*



*Nota.* esta figura representa los procesos básicos de fabricación de una estructura metálica, tomado de Mendoza, L. (2023). *Procesos en la fabricación de estructuras metálicas*. Editorial Técnica Industrial.

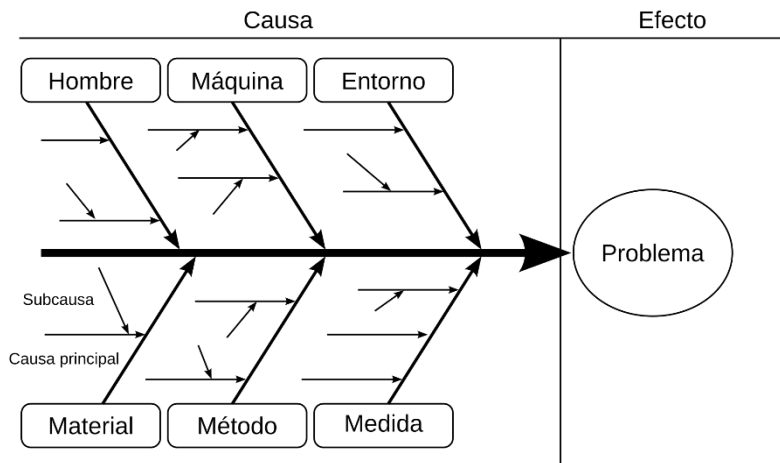
### **Diagrama de Ishikawa**

El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa y efecto, es un instrumento gráfico creado para ilustrar la relación entre un efecto y diversas causas, lo que simplifica tanto la detección de problemas como la búsqueda de soluciones (Ishikawa, 1985, p. 63). Entre sus rasgos más sobresalientes se encuentran su habilidad para visualizar las conexiones entre causas y efectos, tratar problemas complicados, examinar las interrelaciones entre variables, y promover la creatividad y la implicación del equipo. Las fases para su desarrollo comprenden determinar el problema, reconocer las causas primordiales, subdividirlas en subcausas y examinar las conexiones entre las mismas. Esta herramienta brinda múltiples beneficios, tales como simplificar la comunicación, fomentar

el razonamiento crítico, asistir en la priorización de causas y potenciar la eficiencia en la solución de dificultades.

### Figura 8

*Diagrama de Ishikawa*



*Nota.* Modelo de diagrama de Ishikawa, tomado de Ishikawa, K. (1985).

### Diagrama de Pareto

El gráfico de Pareto es un instrumento gráfico empleado para reconocer y dar prioridad a problemas o causas que influyen de manera más significativa en un resultado concreto. Este diagrama, fundamentado en el principio de Pareto o regla 80/20, propone que cerca del 80% de los efectos se originan del 20% de las causas. Esto habilita a los equipos para concentrarse en las razones más relevantes con el fin de optimizar los resultados y la eficacia de los procesos. (Juran, 1999)

Según Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1999), El procedimiento para construir un diagrama de Pareto implica cuatro pasos clave:

#### ***Recolección de datos:***

Identificar el problema y recopilar datos sobre las causas contribuyentes.

#### ***Clasificación:***

Ordenar causas por frecuencia o impacto de mayor a menor.

**Cálculo porcentual:**

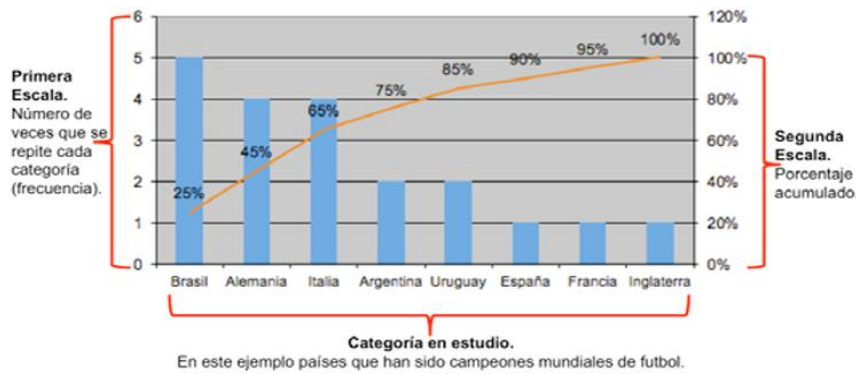
Determinar el porcentaje de ocurrencia de cada causa respecto al total.

**Construcción gráfica:**

Representar causas en el eje horizontal y frecuencia/impacto en el vertical, con una línea acumulativa para mostrar el porcentaje acumulado.

La interpretación se basa en el principio 80/20, identificando las causas principales para abordar.

**Figura 9**  
*Ejemplo de Diagrama de Pareto*



*Nota. Ejemplo de Diagrama de Pareto, Tomada de Garro, E. (2017), Siete Herramientas de la Calidad (p.06).*

**Reducción de Costos**

Son un grupo de ideas y teorías que detallan las tácticas y procedimientos empleados para reducir los costos de una compañía o proyecto sin perjudicar la calidad de los productos o servicios. Este método es esencial para incrementar la eficacia operacional y potenciar la rentabilidad. Las principales teorías para disminuir los costos suelen abarcar ideas de eficiencia en las operaciones, mejora constante, optimización de recursos, y empleo de instrumentos de calidad y productividad.

De acuerdo con Boothroyd (2002), la disminución de costos también se centra en la mejora del diseño de los productos para que sean menos costosos de producir, montar y trasladar.

El diseño para la fabricación y montaje (DFMA) es un enfoque que incorpora esta teoría con el objetivo de incrementar la rentabilidad sin sacrificar la calidad.

### **Estudio de tiempos**

Se enfoca en el estudio y evaluación de los periodos requeridos para llevar a cabo una actividad o proceso en el marco de la producción o provisión de servicios. El propósito principal del análisis de tiempos es definir normas de tiempo eficaces, incrementar la productividad y perfeccionar los procedimientos a través de la detección de periodos de espera o actividades que no aportan valor.

A continuación, algunos conceptos de cómo realizar estudios de tiempos en diferentes modalidades:

#### ***Estudio de tiempos y movimientos:***

Iniciado por Frederick Taylor y desarrollado posteriormente por Frank y Lillian Gilbreth, el estudio de tiempos y movimientos examina el tiempo necesario para realizar tareas específicas. Su propósito es establecer métodos de trabajo más eficaces y minimizar la fatiga de los empleados (Taylor, 1911; Gilbreth, 1917).

#### ***Análisis de métodos de trabajo:***

Este método se centra en optimizar tanto el diseño de los procedimientos como la organización de las tareas. Busca simplificar los procesos, eliminar movimientos innecesarios y asegurar que el trabajo se ejecute de la manera más eficiente (Niegel & Freivalds, 2008).

#### ***Determinación de estándares de tiempo:***

Este aspecto del estudio de tiempos establece tanto el tiempo normal como el estándar para realizar una tarea específica. Estos estándares son útiles para la planificación de la producción y para evaluar el desempeño de los trabajadores (Barnes, 1980).

***Ciclos de trabajo y observación directa:***

Consiste en observar y registrar el tiempo necesario para completar cada fase de un ciclo de trabajo repetitivo, lo cual es esencial para definir un tiempo estándar aplicable a la planificación y control de la producción (Kanawaty, 1992).

***Optimización y mejora continua:***

A partir de la metodología de mejora continua, el estudio de tiempos ayuda a disminuir el desperdicio de recursos, mejorar el aprovechamiento del tiempo y detectar oportunidades de mejora constante en los procesos productivos (Hopp & Spearman, 2011).

**Diagrama ABC**

El Diagrama ABC, inicialmente diseñado para gestión de inventarios, se aplica efectivamente en la priorización de problemas en la fabricación de estructuras metálicas en acero inoxidable. Al clasificar problemas según su impacto en producción, costo y calidad, permite a empresas concentrar esfuerzos en aspectos críticos que afectan el rendimiento operativo. En la fabricación de estructuras metálicas, donde desafíos técnicos y logísticos impactan calidad y plazos de entrega, esta herramienta es fundamental para priorizar y abordar eficazmente problemas clave. Según esta herramienta, los problemas en la fabricación de estructuras metálicas en acero inoxidable se dividen en tres categorías basadas en impacto y frecuencia, facilitando la priorización y asignación eficiente de recursos para su resolución efectiva.

***Categoría A:***

Esta categoría comprende problemas de alta prioridad que afectan significativamente costos, calidad y plazos de entrega en la fabricación de estructuras metálicas. Aunque son pocos, su impacto negativo es considerable. Incluyen fallas en calidad de acero inoxidable, problemas de soldadura y retrasos en entrega de materiales

críticos. Debido a su gravedad, requieren resolución inmediata y atención continua para evitar obstruir la producción, garantizando eficiencia y satisfacción del cliente. (Chopra & Meindl, 2019).

### ***Categoría B:***

Esta categoría comprende problemas de prioridad moderada que, aunque afectan la producción, tienen un impacto menos severo que los de la Categoría A. Incluyen retrasos en corte o doblado, gestión deficiente de inventarios y dificultades en el ensamblaje. Si bien requieren atención para prevenir su escalada, no demandan acción inmediata como los de Categoría A. Resolverlos mejora la eficiencia operativa y optimiza recursos sin comprometer la integridad estructural ni la viabilidad productiva (Heizer, Render y Munson, 2017).

### ***Categoría C:***

La Categoría C del Diagrama ABC agrupa problemas frecuentes, pero de baja prioridad en la fabricación. Incluyen cuestiones organizativas menores y desperdicio de materiales. Aunque ocurren con frecuencia, su impacto en costos y calidad es limitado. Resolverlos mejora la eficiencia y reduce costos operativos a largo plazo sin afectar directamente el producto final o la producción a gran escala. Prácticas de mejora continua y control de calidad gestionan eficazmente estos problemas (Kumar y Soni, 2012).

El Diagrama ABC optimiza la priorización de problemas críticos en fabricación, asignando recursos estratégicamente para maximizar calidad y eficiencia. Esta clasificación sistemática facilita decisiones informadas sobre intervenciones urgentes y gestiones rutinarias. Por ejemplo, fallas recurrentes en acero inoxidable de alta aleación (Categoría A) requieren investigación de causa raíz (selección de proveedores o control de calidad). Resolverlos evita impacto en calidad final y riesgos estructurales. Problemas

menores, como desperdicio en corte, se abordan a largo plazo con capacitación o tecnologías de optimización, sin desviar recursos de problemas críticos.

### **La técnica de los 5 Porqués**

Es una herramienta esencial en mejora continua y gestión de calidad para identificar causas raíces. Desarrollada por Taiichi Ohno en Toyota en la década de 1950, consiste en cinco preguntas sucesivas para profundizar en problemas, evitando soluciones superficiales. Integrada en el Sistema de Producción de Toyota (TPS) y metodologías Lean, optimiza resolución de problemas en diversas industrias (Imai, 2012).

Los 5 Porqués buscan identificar las causas profundas de problemas, trascendiendo explicaciones superficiales. A través de preguntas iterativas, se descubre la raíz del problema. Aunque no está limitado a cinco preguntas, este número suele ser suficiente para llegar al origen. La complejidad del problema determina la cantidad de preguntas necesarias (Srinivasan, 2019).

#### ***Ejemplo práctico***

**Problema:** Máquina averiada.

**Primer "por qué":** ¿Por qué dejó de funcionar?

Respuesta: Pieza rota.

**Segundo "por qué":** ¿Por qué se rompió la pieza?

Repetir preguntas hasta identificar la causa fundamental.

Al abordar causas raíces, empresas implementan soluciones permanentes, evitando remedios temporales que solo tratan síntomas (Hirano, 2016).

### **Productividad**

La productividad mide la eficiencia en la utilización de recursos (trabajo, capital y tecnología) para generar productos o servicios. Se define como relación entre output y

input, evaluando la efectividad en la producción. Su impacto trasciende lo económico, influenciando socialmente en mejoras del nivel de vida, competitividad y crecimiento económico (Fitzgerald, 2017). La productividad se evalúa mediante indicadores que relacionan producción y recursos. El más común es la productividad laboral (output por hora trabajada), aunque también se utilizan indicadores multifactoriales que consideran trabajo, capital y tecnología (Kraemer, 2018).

Factores clave que impulsan la productividad organizacional:

**Tecnología:** Uso de tecnologías avanzadas para eficiencia y velocidad. Automatización y sistemas de información mejoran productividad (Brynjolfsson y McAfee, 2014).

**Capacitación Laboral:** Trabajadores capacitados son más productivos. Inversión en formación y habilidades específicas mejora productividad laboral (Baker y Sinkula, 2016).

**Gestión y Organización:** Gestión eficiente de recursos humanos y materiales. Optimización de procesos, gestión del tiempo y eliminación de cuellos de botella (Porter, 2016).

**Condiciones Laborales:** Ambiente de trabajo motivador, colaborativo y saludable. Ergonomía, seguridad y equilibrio vida-trabajo impactan positivamente (De Waal, 2018).

### **Indicadores de producción**

Los indicadores de producción son métricas esenciales para evaluar y controlar el desempeño de los procesos productivos en una organización. Permiten medir la eficiencia, efectividad y calidad de la producción, facilitando la identificación de áreas de mejora y la optimización de recursos.

#### ***Indicador de Productividad (P)***

La productividad se calcula dividiendo las unidades producidas por los recursos utilizados, como tiempo, mano de obra o materiales.

**Fórmula**

$$P = \frac{UP}{RU}$$

**Ecuación 1** : *Indicador de Productividad (P)*

Donde:

P: Productividad, UP: Unidades producidas, RU: Recursos utilizados (tiempo, mano de obra, materiales).

**Tipos de productividad**

**Productividad laboral:** UP / Horas trabajadas

**Productividad de máquina:** UP / Tiempo de máquina

**Productividad de materiales:** UP / Materiales utilizados

***Indicador de Costo de Producción (CP)***

El costo de producción se calcula sumando los costos de materiales, mano de obra, operación y corrección, y luego dividiendo por la cantidad de unidades producidas.

**Fórmula**

$$CP = \frac{(CM + CMO + CO + CC)}{UP}$$

**Ecuación 2** : *Indicador de Costo de Producción (CP)*

Donde:

CP: Costo de producción, CM: Costo de materiales, CMO: Costo de mano de obra, CO: Costo de operación, CC: Costo de corrección, UP: Unidades producidas.

***Indicador de Tiempo de Ciclo de Fabricación (TCF)***

El tiempo de ciclo de fabricación mide el tiempo promedio necesario para producir una unidad o lote de productos, desde la recepción de materiales hasta la entrega del

producto terminado.

### Formula

$$TCF = TP + TE + TCOR$$

**Ecuación 3** : *Indicador de Tiempo de Ciclo (TCF)*

Donde:

TCF: Tiempo de ciclo de fabricación, TP: Tiempo de proceso, TE: Tiempo de espera,

TCOR: Tiempo de corrección

### Tipos de tiempos

**Tiempo de proceso:** tiempo de producción efectivo.

**Tiempo de espera:** tiempo entre procesos.

**Tiempo de corrección:** tiempo para corregir defectos.

### *Indicador de Eficiencia de Tiempo de Fabricación (Etf)*

Este indicador analiza la proporción entre el tiempo real invertido en un proceso productivo y el tiempo óptimo previsto. Se utiliza para determinar la eficiencia en el uso del tiempo durante la fabricación de productos o la prestación de servicios. Según García (2019), "el indicador de eficiencia de tiempo de producción es calculado como la relación entre el tiempo estándar y el tiempo real utilizado, multiplicado por 100" (p. 45).

### Fórmula

$$ETF = \left( \frac{TE}{TU} \right) X 100$$

**Ecuación 4** : *Indicador de eficiencia de tiempos de Fabricación (ETF)*

Donde:

ETF: Eficiencia de tiempos de fabricación, TE: Tiempo estándar, TR: Tiempo utilizado

### Tipos de Tiempos

**Tiempo óptimo o estándar:** Es el plazo previsto para finalizar una unidad de producción en condiciones perfectas.

**Tiempo real consumido o Utilizado:** Se refiere al tiempo efectivo dedicado a la producción de una unidad o lote de productos.

### ***Indicador de Merma***

El indicador de merma permite cuantificar las pérdidas materiales durante el proceso productivo. Para su cálculo, se compara la cantidad de material desperdiciado con la cantidad inicial de materia prima utilizada (Pérez, 2020).

### **Fórmula**

$$IM: \left( \frac{CM}{CIPT} \right) \times 100$$

### **Ecuación 5 :Indicador de Merma (IM)**

Donde:

IM: Indicador de Merma, CM: Cantidad de Merma, CIMP: Cantidad Inicial de Materia Prima

**Cantidad de merma:** Se refiere a la cantidad de material que se desperdicia durante el proceso de fabricación, expresada en unidades de medida como kilogramos o unidades.

**Cantidad inicial de materia prima:** Es el total de material que se utiliza al comienzo del proceso productivo.

### ***Indicador de Costos por Reclamos (ICR):***

Este indicador evalúa los gastos relacionados con la atención y resolución de reclamaciones de clientes en un proceso productivo o de servicios. Este indicador es fundamental, ya que muestra el impacto económico que las reclamaciones tienen en una organización, incluyendo costos de reparación, indemnización, atención al cliente y otros gastos generados por la insatisfacción del cliente. Además, Según González (2021), "el

indicador de costos por reclamos permite calcular la proporción de los costos asociados con las quejas de los clientes en relación con las ventas, lo cual es fundamental para gestionar la calidad" (p. 52).

### **Fórmula**

$$ICR = CAR \times NR$$

#### **Ecuación 6:** *Indicador de Costos por Reclamos*

**Costo Total de Reclamos (CAR):** Se refiere al monto total de todos los gastos relacionados con la atención y resolución de reclamaciones, incluyendo reparaciones, reembolsos, compensaciones, atención al cliente y otros gastos similares.

**Número de Reclamos:** Corresponden a la cantidad de reclamos durante un período específico.

### **Interpretación:**

Un valor elevado de este indicador indica que los reclamos están generando costos significativos para la empresa, lo que puede ser un signo de problemas de calidad o deficiencias en el servicio al cliente.

Por otro lado, cuando se obtiene un resultado bajo es un indicador positivo y que el número de reclamos es menor al número de ventas.

## **Limitaciones**

La implementación de la metodología PHVA para mejorar la fabricación de estructuras de máquinas peladoras de papa en TECMAQUIND SAC enfrentó diversas limitaciones. Primero, la resistencia al cambio por parte de algunos directivos de la gerencia, administrativos y colaboradores generó algunos obstáculos para la implementación de los nuevos procedimientos. En segundo lugar, la falta de recursos técnicos y humanos adecuados limitó la correcta ejecución de las fases de planificación, implementación y seguimiento. En tercer lugar, la infraestructura y los equipos existentes no siempre se ajustaron a los cambios propuestos, lo que afectó la mejora de los tiempos y costos de producción. En cuarto lugar, aplicar el enfoque del PHVA también requirió tiempo adicional para evaluar los resultados y realizar ajustes, lo que impactó los plazos de producción. Finalmente, la falta de datos históricos precisos complicó la medición de los resultados, dificultando el establecimiento de indicadores claros para evaluar el impacto de las mejoras.

### **CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

#### **Experiencia Profesional**

Branny Hans Alfaro Ayala, Ingreso a trabajar a TECMAQUIND SAC en el año 2018, el proceso de ingreso en TECMAQUIND SAC se inició con una exhaustiva exploración de oportunidades de trabajo que se correspondieran con sus capacidades y metas profesionales. Al hallar la propuesta que mejor cumplía con sus metas, formuló su petición mediante la plataforma de reclutamiento de la empresa. Luego, fue invitado a tomar parte en una serie de evaluaciones y entrevistas que posibilitaron a la compañía valorar su perfil y habilidades. Después de haber superado los procesos de selección, recibió la noticia de su aceptación. como jefe de área de producción y automatización. Desempeñándose con responsabilidades como planificar y gestionar los recursos de la empresa para las líneas de fabricación, supervisar las instalaciones de producción, verificar el correcto estado de las Máquinas tanto en su funcionamiento como su mantenimiento, ver el desempeño diario del personal encargado de los distintos procesos productivos como las áreas de habilitado, soldadura, maestranza, acabado, etc. Promoviendo un ambiente de trabajo seguro y productivo, cumpliendo con los estándares de calidad y tiempos de entrega a los clientes. Estas responsabilidades siempre en coordinación con las demás áreas como logística, ingeniería y proyectos y la gerencia

Daniel Frank Atagua Canales, Ingreso a trabajar a TECMAQUIND SAC en el año 2022, su ingreso a TECMAQUIND SAC comenzó cuando encontró un atractivo aviso en Portal de Empleo, que se alineaba perfectamente con sus habilidades y aspiraciones. envió su solicitud con su currículum y carta de presentación, posteriormente lo invitaron a una entrevista presencial en las oficinas de la empresa, donde conoció al equipo y profundizo en sus competencias. Tras superar las evaluaciones, recibió la oferta laboral como supervisor de producción, con funciones como programar los procesos de producción de

acuerdo a las órdenes de compra, levantamiento de información de los procesos de fabricación para establecer tiempos estándar, crear documentos, instrucciones, informes, etc. Realizar recomendaciones para mejorar las líneas de fabricación. Aplicando las herramientas de ingeniería industrial para la mejora continua.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Implementar la metodología PHVA para mejorar la fabricación de estructura de Máquina peladora de pota en la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2023

### ***Objetivos Específicos***

Realizar un diagnóstico de la situación actual para identificar los principales problemas en la fabricación de estructura para Máquina peladora de pota en la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2023

Diseñar e implementar un plan de mejora continua basado en la metodología PHVA, enfocado en la estandarización de procesos, reducción de tiempos y costos dentro de la fabricación de estructura para Máquina peladora de pota, en la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2023.

Cálculo de la mejora en la Implementación de la metodología PHVA, en la fabricación de estructura para la Máquina peladora de pota, en la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2023.

Realizar un análisis beneficio - costo asociados con la Implementación de la metodología PHVA, en la fabricación de estructura para la Máquina peladora de pota, en la empresa

## **Etapas de Desarrollo de Proyecto**

El presente trabajo de suficiencia profesional se llevó a cabo mediante un enfoque sistemático y estructurado que involucró varias etapas clave.

En primer lugar, se establecieron los objetivos del proyecto, que consistían en mejorar la eficiencia y calidad en el proceso de fabricación mediante la aplicación de la metodología PHVA. Esta metodología se seleccionó por su enfoque cíclico y de mejora continua, lo que se alinea con la necesidad de optimizar los procesos en la empresa.

Para abordar este desafío, se diseñó una estrategia centrada en la implementación del ciclo PHVA, lo que permitió identificar áreas de oportunidad, establecer planes de acción, ejecutar mejoras y verificar y ajustar los resultados obtenidos. En la fase de metodología, se utilizó un enfoque de investigación aplicada, combinando técnicas de recolección de datos como entrevistas, observación directa y análisis de los procesos existentes.

El diagnóstico del trabajo fue fundamental para comprender las causas raíz de los problemas en la fabricación. A partir de allí, se desarrollaron modelos y herramientas específicas para diseñar e implementar las mejoras dentro de cada fase del ciclo PHVA.

Durante la fase de planificación, se establecieron metas de mejora claras, mientras que en la fase de verificación se analizaron los resultados obtenidos a través de indicadores de desempeño. Finalmente, en la fase de actuar, se ajustaron los procesos y se documentaron las mejores prácticas para garantizar la sostenibilidad de las mejoras a largo plazo.

Este enfoque integral permitió lograr un avance significativo en la eficiencia de la producción, optimizando el proceso de fabricación y contribuyendo al mejoramiento continuo en TECMAQUIND SAC.

**Tabla 2**

*Etapas de Proyecto Basado en las Fases de PHVA*

Fase del PHVA	VARIABLES A MEDIR	DESCRIPCIÓN	INDICADORES	MÉTODO DE MEDICIÓN	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
<b>Planificar</b>	Capacidad de Producción	Establecimiento de la capacidad máxima de producción mensual en la fabricación 2022.	Capacidad de producción máxima (unidades por mes)	Análisis de capacidades de máquinas y personal	Mensual
	Análisis de Diseño de la estructura	Diseño y planificación de la estructura de la máquina peladora de pota 2022.	Especificaciones de diseño: material, tamaño, componentes	Revisión de planos y diagnóstico de causas de deficiencia	Una vez al inicio del proyecto
	Costo de Fabricación	Estimación de los costos asociados con la fabricación de la estructura 2022.	Costo total de materiales, mano de obra y operativos	Cálculos de costos unitarios y totales	Mensual
<b>Hacer</b>	Diseño nueva estructura	Diseño y planificación de la nueva estructura de la máquina peladora de pota.	Especificaciones de diseño: material, tamaño, componentes	Revisión de planos y cálculos	Una vez
	Tiempo de Ciclo de Fabricación	Tiempo total invertido en cada fase del proceso de fabricación.	Tiempo de ciclo por cada proceso de fabricación	Cronometraje de las fases de producción	Diario
	Productividad	Evaluación de la eficiencia del proceso de fabricación.	Unidades producidas por hora	Cálculo de producción en horas de trabajo	Mensual
	Costo de Producción	Medición de los costos asociados a la producción real durante el mes.	Costo de materiales y mano de obra por unidad producida	Cálculos de costos mensuales	Mensual
<b>Verificar</b>	Comparación de la Capacidad de Producción	Comparación de la capacidad máxima inicial vs. la capacidad real alcanzada.	Porcentaje de capacidad utilizada	Análisis de resultados mensuales	Mensual
	Evaluación del Tiempo de Ciclo	Comparación entre los tiempos de ciclo iniciales y los tiempos de mejora.	Desviación en los tiempos de ciclo (horas)	Comparación de tiempos de ciclo planificado vs real	Mensual
	Evaluación de Productividad	Verificación de los niveles de productividad alcanzados respecto a los objetivos.	Tasa de productividad (unidades/hora)	Cálculo de productividad mensual	Mensual
<b>Actuar</b>	Implementación de Mejoras en la Capacidad	Identificación de áreas de mejora en la capacidad de producción.	Incremento en la capacidad de producción	Ajustes en recursos y procesos	Trimestral
	Ajustes en el Tiempo de Ciclo	Reducción de tiempos de ciclo para mejorar la eficiencia.	Reducción de tiempo de ciclo (minutos por unidad)	Optimización de procesos y recursos	Trimestral
	Reducción de Costos de Producción	Implementación de mejoras para reducir los costos totales de producción.	Reducción de costos unitarios de producción	Evaluación de costos después de mejoras	Trimestral
	Mejora en la Productividad	Mejora continua de la eficiencia en la fabricación.	Aumento en la productividad (unidades/hora)	Evaluación post-mejoras de productividad	Trimestral

*Nota.* En la Tabla se Describen las Etapas de Implementación de PHVA, Variables e Indicadores a Utilizar, así como la Frecuencia de Toma de Datos para el Análisis.

En síntesis, la solución propuesta radica en mapear los procesos productivos, analizar indicadores clave (tiempos y costos), estandarizar procedimientos, y aplicar la metodología PHVA para garantizar un enfoque iterativo de mejora continua y sostenibilidad a largo plazo. A partir de este análisis, se pasa a plantear la formulación del

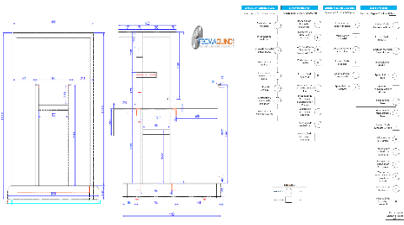
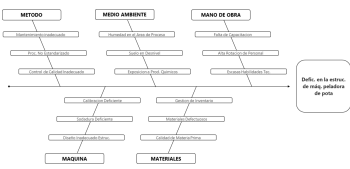
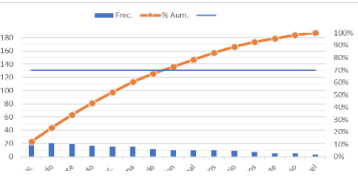
problema, centrada en la necesidad de mejorar los procesos de diseño y fabricación para la máquina peladora de pota, y se definen los objetivos generales y específicos orientados a implementar mejoras concretas mediante la estandarización, el uso de herramientas técnicas y la metodología PHVA.

### **Herramientas utilizadas para la identificación del problema.**

Para realizar este trabajo de investigación se utilizaron diferentes herramientas para determinar un diagnóstico claro y detallado del proceso analizado. Para iniciar el Diagnóstico de utilizaron **encuestas** ya que estas son necesarias para recoger datos directamente de las personas implicadas en el proceso, en nuestro caso los clientes y trabajadores de la empresa, proporcionando información cualitativa y cuantitativa sobre distintos aspectos. Además, se hizo un **análisis documental** del proceso que nos proporcionó información detallada sobre cómo se lleva a cabo las actividades en el proceso de fabricación, lo que permite identificar las áreas que requieren mejoras. Posteriormente se utilizó herramientas como el **diagrama de Ishikawa**, también conocido como diagrama de causa y efecto, para detectar las causas principales del problema en la estructura de la máquina, además realizamos el **análisis de Pareto** para priorizar las causas más importantes, basándose en el principio de que el 80% de los problemas se derivan del 20% de las causas. Para centrarnos en las causas principales utilizamos el **diagrama ABC** para clasificar los problemas función de su importancia, lo que facilita la toma de decisiones. Por último, aplicamos la técnica de los **5 porqués** que nos permitió profundizar en la causa raíz del problema formulando una serie de preguntas para llegar a ella. Combinadas correctamente, estas herramientas permiten establecer un diagnóstico completo y válido en el marco de nuestra investigación. Todas estas herramientas utilizadas las veremos en el desarrollo del objetivo específico 1.

**Tabla 3**

*Herramientas para Identificación del Problema.*

Herramienta	Descripción	Uso del Diagnóstico
Encuestas	Herramientas para recopilar datos dirigidos a los clientes y colaboradores. Nos brinda información cualitativa y cuantitativa.	Conocer los diferentes aspectos involucrado con los procesos de fabricación y la máquina desde la perspectiva de los participantes claves.
Análisis Documentales	Analizar los documentos de los procesos de fabricación. 	Ayudará a conocer las actividades claves y detectar la actividad que requiere mejora.
Diagrama de Ishikawa	Herramienta grafica de causa efecto. 	Identifica las causas más importantes que generan los problemas de la fabricación de la estructura para máquina peladora de papa
Análisis de Pareto	Priorizar las causas más significativas basándose en el 80% de los problemas provienen del 20% de las causas. 	Detecta y prioriza las causas más importantes que generan todos los problemas.
Diagrama ABC	Herramienta que ayuda a clasificar los problemas según su importancia.	Se centra en las causas principales, dando una clasificación y generar una decisión. (A rojo: Prioridad

		<p><b>B</b> amarillo: Importante <b>C</b> verde: Significativo)</p>
<p>Técnica de los 5 Porqué?</p>	<p>Método para profundizar en las causas raíz del problema formulando una serie de preguntas.</p>	<p>La finalidad es llegar a las causas principales del problema de forma detallada y sistemática.</p>

*Nota.* La Tabla Representa a las Herramientas usadas para el Diagnóstico Inicial.

### Consideraciones Éticas

Durante la realización del trabajo de suficiencia profesional sobre la implementación de la metodología PHVA para mejorar la fabricación de estructuras de máquinas peladoras en TECMAQUIND SAC, se cumplió con principios éticos fundamentales para garantizar un **desarrollo profesional y responsable**. Para asegurar el cumplimiento de lo planificado en el diagrama de Gantt, se gestionó de manera eficiente el tiempo y los recursos, **respetando los plazos establecidos** para cada fase del proyecto. La información proporcionada por la empresa se manejó con total **confidencialidad** y fue utilizada exclusivamente para objetivos académicos y organizacionales. Asimismo, se promovió una **comunicación clara y honesta** con todos los participantes, detallando los objetivos y el alcance del proyecto. Se obtuvo el **consentimiento informado** de la empresa, y se priorizó el bienestar de los trabajadores, fomentando su participación activa y evitando impactos negativos en su desempeño laboral. Además, las herramientas y métodos empleados se aplicaron con rigor académico, **respetando** estándares técnicos y asegurando la integridad de los resultados. Por último, las propuestas fueron diseñadas con un enfoque en la sostenibilidad y viabilidad a largo plazo, alineándose con los objetivos y necesidades

de la empresa y su contexto, asegurando que el proceso de implementación fuera no solo eficiente, sino también éticamente responsable.

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS**

### **Resultado del Objetivo Específico 1**

La primera fase del proyecto de implementación de estrategias PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) en TECMAQUIND SAC da inicio a un proceso organizado y estratégico enfocado en optimizar la fabricación de las estructuras de las máquinas peladoras. En esta etapa inicial, se llevará a cabo una planificación detallada de los recursos requeridos y los tiempos establecidos para cada actividad, asegurando que todos los involucrados comprendan claramente el alcance y las metas del proyecto. Además, se procederá a la recolección de datos actuales sobre los procesos y al levantamiento de información, lo que permitirá realizar un diagnóstico preciso del estado actual de la fabricación de las estructuras. Esta recopilación de datos facilitará la identificación de oportunidades de mejora y proporcionará una referencia para medir los avances y resultados durante todo el desarrollo del proyecto. El objetivo principal de esta etapa es crear una base sólida que guíe el progreso del proyecto, alineando sus acciones con las necesidades y metas a largo plazo de la empresa, a la vez que se mantiene un compromiso ético con la mejora continua y la sostenibilidad.

### ***Diagnóstico***

En la gama de Máquinarias que fabrica la empresa, una de las Máquinas más vendidas es la Máquina PELADORA DE POTA, la cual es una máquina de funcionamiento crítico en los procesos productivos de nuestros clientes. Es decir que la Máquina debe ser altamente fiable, ya que de ella depende el alto rendimiento del producto terminado en el proceso.

Como política de garantía de nuestras máquinas, se envían con una encuesta de conformidad post venta a nuestros clientes y a los trabajadores, además de análisis de

observación y análisis documental, que nos sirven como feedback para seguir en la mejora de nuestras máquinas. Es así que al recibir las respuestas de nuestros clientes sobre la Máquina peladora de pota que fueron vendidas en el año 2022, Identificamos que la Máquina presenta observaciones de parte de nuestros clientes y trabajadores. A continuación, se detalla las causas más comunes.

**Tabla 4**

*Resultados de la Encuesta y Resultados Documentario de la Máquina Peladora de Pota*

Item	Principales Observaciones por los clientes	Frec
1	La máquina experimenta vibraciones Durante el Proceso	25%
2	Descalibracion de Manera Recurrente	25%
3	Problemas con Transmision Mecanica	20%
4	Rupturas de Cuchillas	18%
5	Desgaste de la correa de transmisión causa contaminación	7%
6	Rendimiento de Produccion	3%
7	Excesivo tiempo de mantenimiento.	2%
		100%

*Nota.* La tabla representa el porcentaje de las causas identificadas por nuestros clientes y trabajadores de la empresa TECMAQUIND SAC.

A inicios del año 2023 en reunión con la gerencia y el área de ingeniería se define que la raíz de las quejas y problemas que indicaban los clientes y trabajadores fue la vibración de la máquina, específicamente esto viene de la estructura de la máquina. Ante ello se decide realizar el estudio de mejora de la estructura de la máquina, además de reducción de costos y tiempos en la fabricación de la misma. En este caso aplicando herramientas de ingeniería industrial se implementará un plan de trabajo para definir cuál es la causa principal de las deficiencias en el funcionamiento de la estructura de la máquina.

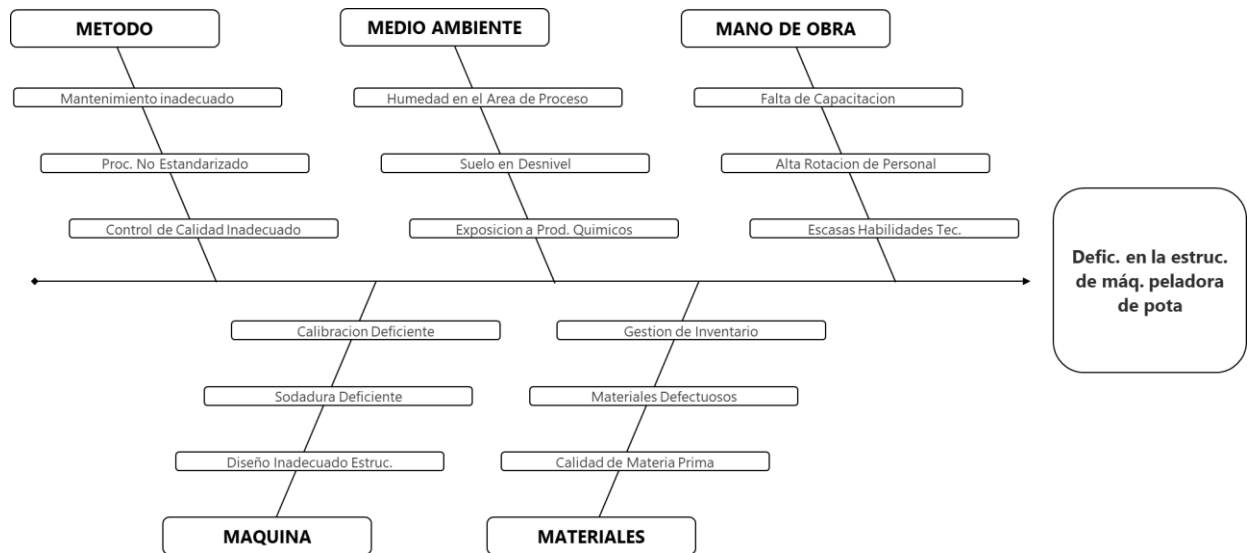
***Análisis de Deficiencia en la Estructura de la Máquina Peladora de Pota.***

Durante el análisis inicial de las fallas reportadas en las máquinas, hemos observado patrones recurrentes que indican deficiencias en la estructura de la Máquina peladora de pota, esto conlleva a una investigación más profunda para identificar sus causas raíz. Como

consecuencia de la aplicación de las herramientas de levantamiento de información, usamos la herramienta de Ishikawa.

**Figura 10**

*Diagrama de Análisis - Causa Efecto*



*Nota.* En la Figura, se Desglosa las Causas que Generan los defectos en la Estructura de la Máquina Peladora de Pota.

Después de elaborar el **diagrama de Ishikawa** de las deficiencias en la estructura de la Máquina peladora de papa, las posibles causas identificadas se organizan en una tabla para analizar y priorizar aquellas con mayor frecuencia o impacto. Este análisis permite identificar las causas críticas que requieren atención inmediata, facilitando el desarrollo de un plan de acción efectivo.

Utilizamos la herramienta Priorización de causas (diagrama de Pareto):

**Tabla 5**

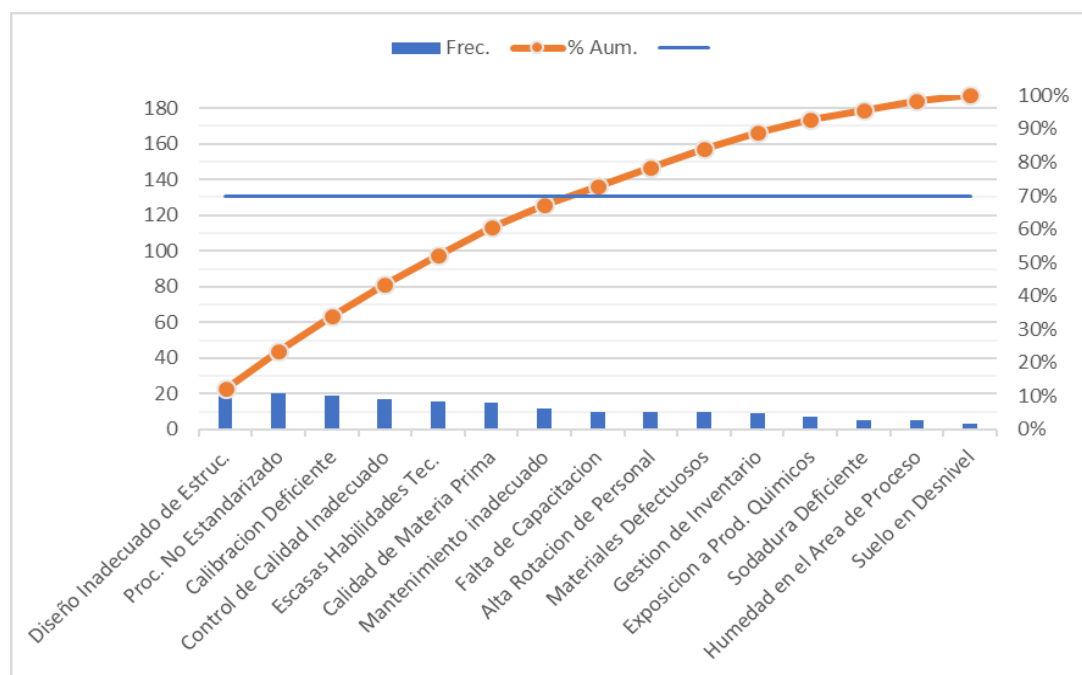
*Análisis de Problemas*

Int	Causas	Frec.	Fre. Acum.	%	% Acum.
1	Diseño Inadecuado de Estruct.	22	22	12%	12%
2	Proc. No Estandarizado	20	42	11%	23%
3	Calibracion Deficiente	19	61	11%	34%
4	Control de Calidad Inadecuado	17	78	9%	43%
5	Escasas Habilidades Tec.	16	94	9%	52%
6	Calidad de Materia Prima	15	109	8%	61%
7	Mantenimiento inadecuado	12	121	7%	67%
8	Falta de Capacitacion	10	131	6%	73%
9	Alta Rotacion de Personal	10	141	6%	78%
10	Materiales Defectuosos	10	151	6%	84%
11	Gestion de Inventario	9	160	5%	89%
12	Exposicion a Prod. Quimicos	7	167	4%	93%
13	Sodadura Deficiente	5	172	3%	96%
14	Humedad en el Area de Proceso	5	177	3%	98%
15	Suelo en Desnivel	3	180	2%	100%
	Total	180		100%	

*Nota.* Causas Relacionado al Deficiente Funcionamiento de la Máquina Peladora de Pota.

**Figura 11**

*Diagrama Causa Efecto*



*Nota.* Diagrama de Pareto, Donde se Determina la Priorizacion de las Causas.

Las principales causas del problema son el diseño estructural inadecuado, los

procesos no estandarizados y la calibración deficiente, las cuales representan el 23% del impacto total. Al abordar estas causas críticas junto con factores adicionales, como el control de calidad, el desarrollo de habilidades técnicas, la selección adecuada de materia prima y el mantenimiento efectivo, se puede atacar el 67% del impacto acumulado. Para priorizar las acciones de mejora, se consideran las causas que contribuyen al 70% del impacto total, utilizando el método ABC para identificar y clasificar las causas más críticas y enfocar los esfuerzos en soluciones específicas y efectivas.

**Tabla 6**

*Análisis de Causas más Relevantes.*

Int	Causas	Clasif.	Solucion	Accion	
1	Diseño Inadecuado de estructura	A	Crítico	Analizar el diseño de la estructura de la maquina. Implementar uno mas adecuado con los requerimientos actuales y la exigencia del mercado.	Imediata, rediseño y realizar simulaciones.
2	Proc. No Estandarizado	A		Crear proc. Estandarizados y documentacion para asegurar consistencia. Capacitacion constante al personal.	Desarrollar Manuales y Capac. De los equipos
3	Calibracion Deficiente	B	Importante	Facilitar la calibración y uso del equipo mediante la mejora de la visibilidad y accesibilidad de los puntos o perilla.	Identicar y señalar cada punto, manuales
4	Escasas Habilidades Tec.	B		Implementar Prog. De formacion y desarrollo continuo de las nuevas tecnologias para mejorar las habilidades del personal.	Identicar brechas de Habilidades y Organiza las lineas y Cap. Tecnicas.
5	Mantenimiento inadecuado	B		Implementar un plan de mantenimiento predictivo de las maquinas o uno preventivo regula dentro de los planes de venta.	Manual detallado y Capac. a mantenimiento
6	Control de Calidad Inadecuado	C	Significativo	Generar un control calidad mas riguroso durante el montaje de componentes; mejorar estandares.	Incorporar nuevas Herramientas de calidad
7	Calidad de Materia Prima	C		Criterios mas selectivos y control de proveedores. Asegurar que el acero cumpla con los estandares de calidad.	Certificado de acero, Proc. Selec. Proveedores.

*Nota.* La Clasificacion de las Causas Donde A (Crítico con Accion Inmediata), B (Importante con Accion Prioritaria), C (Significativo con Accion Programada).

Analizando la tabla ABC nos permite clasificar las causas según su nivel de criticidad, lo que facilita priorizar las acciones de mejora. Las causas clasificadas como **A (críticas)**, que incluyen el diseño inadecuado de la estructura y los procesos no

estandarizados, requieren atención inmediata, ya que tienen el mayor impacto en los problemas detectados. Las causas **B (importantes)**, como la calibración deficiente, las escasas habilidades técnicas y el mantenimiento inadecuado, representan factores significativos que, aunque no son críticas, afectan directamente el desempeño del sistema y deben abordarse en paralelo. Por último, las causas **C (significativas)**, como el control de calidad inadecuado y la calidad de la materia prima, tienen menor impacto, pero son relevantes para garantizar la sostenibilidad de las mejoras.

Utilizando la técnica de los **5 porqués** en las causas críticas, se pueden profundizar y saber cómo debemos abordarlos.

**Tabla 7**

*Análisis de Causas Críticas.*

		PREGUNTAS				
<b>Diseño Inadecuado de Estructura</b>		<b>1. ¿Por qué el Diseño de la Estructura es Inadecuado?</b>	<b>2. ¿Por qué no se han Analizado las Condiciones Operativas?</b>	<b>3. ¿Por qué no se Aplicaron Herramientas de Simulación?</b>	<b>4. ¿Por qué no se cuenta con un Procedimiento Definido?</b>	<b>5. ¿Por qué no se ha Implementado un Sistema de Mejora Continua ?</b>
		Poque no se han Analizado Adecuadamente las Condiciones Operativas, como las Cargas y Vibraciones que Soporta la Estructura	Porque el Diseño Estructural no se Evaluó Adecuadamente por Falta de Herramientas de Simulación y Metodologías Técnicas.	Porque no Cuenta con un Procedimiento Definido que Incorpore esta Etapa del Proceso de Diseño.	Porque no se ha Implementado un Sistema de Mejora Continua que Priorice la Optimización del Diseño.	Porque no se Utiliza un Marco Metodológico que Guíe y Evalúe los Procesos de Diseños Estructurales
<b>Proc. No Estandarizado</b>		PREGUNTAS				
		<b>1. ¿Por qué el Proceso de Fabricación no esta Estandarizado?</b>	<b>2. ¿Por qué no existen Procedimientos y Metodos Documentados?</b>	<b>3. ¿Por qué no se Priorizado Formalizacion de los Procesos Operativos?</b>	<b>4. ¿Por qué no hay un Enfoque Estructurado?</b>	<b>5. ¿Por qué no se ha Implementado una Metodología de Mejora Continua?</b>
		Porque no Existen Procedimientos y Metodos Documentados, ni Guías que Regulen las Actividades en el Proceso de Fabricación.	Porque no se ha Priorizado la Formalización de los Procesos en la Gestión Operativa de la Empresa.	Porque no Existe un Enfoque Estructurado para Identificar y Resolver Problemas Operativos.	Porque no se ha Implementado una Metodología de Mejora Continua que Promueva la Estandarización.	Porque no se ha Adoptado una Herramienta para Identificar, Documentar y Optimizar los Procesos.
<b>Solución</b>		Mapear el Proceso Productivo Analisar Indicadores de Tiempos y costos de Fabricación Evaluar el diseño cumpla con los estándares estructurales y ergonomicos Estandarizar procedimientos de Fabricación Implementar Metodología de mejora continua PHVA				

*Nota.* La Tabla Representa a que se Deben las Causas y Como Debemos Abordarlos.

El análisis de los 5 porqués para las dos causas principales (diseño inadecuado de

la estructura y procesos no estandarizados) revela que ambas comparten una causa raíz común: la falta de un sistema de mejora continua y un enfoque metodológico estructurado. En el caso del diseño, la ausencia de herramientas técnicas y simulaciones genera estructuras deficientes, mientras que la falta de formalización y documentación impacta la estandarización del proceso de fabricación.

## **Resultado del Objetivo Específico 2**

### **Planificar (Etapa 1)**

A partir de la identificación de los objetivos de la investigación, se diseñó el plan de mejora continua con un enfoque específico en dos problemas clave: el diseño deficiente de las estructuras y la ausencia de estandarización en los procesos. Respecto al diseño, se detectaron fallas debido al uso limitado de herramientas técnicas y simulaciones, lo que resultaba en estructuras poco duraderas y con funcionalidad reducida. En cuanto a los procesos no estandarizados, se evidenciaron inconsistencias en los tiempos de producción, costos elevados y una calidad irregular en los productos finales. Con estos puntos críticos en mente, se estructuraron estrategias concretas para resolver dichas deficiencias, asegurando mejoras sostenibles y alineadas con los objetivos planteados. La planificación detallada de estas estrategias se organizó utilizando un diagrama de Gantt, lo que permitió visualizar la secuencia, duración y asignación de responsabilidades para cada actividad del plan, facilitando así un seguimiento ordenado y eficiente.

**Tabla 8**
*Diagrama de Gantt.*

ETAPAS ITEM	ACTIVIDADES	2023					
		FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
P	1 Reunión con los Gerencia, Mant. para conocer los reclamos y alcances de la Maq.	■					
	2 Diagnóstico de máquina y estructural, tiempos y procesos	■					
	3 Establecer objetivos y metas del proyecto		■				
	4 Identificar los recursos		■				
	5 Establecer indicadores de analisis		■				
	6 Analisar el costo diseño Estructural actual		■				
	7 Elaborar un cronograma de detallado de medidas y fabricación		■				
H	8 Rediseño de Estructura y Componentes			■			
	9 Reingeniería de procesos de fabricacion			■			
	10 Aprobación de plan de mejora continua por Gerencia			■			
	11 Capacitación del personal de los cambios y reorganizar procesos			■	■		
	12 Fabricacion de estructura			■	■		
	13 Realizar tomas de tiempos			■	■		
	14 Realizar diagramas operaciones y layout de planta			■	■		
V	15 Analisar tiempo de fabricación					■	
	16 Evaluar inidcadores establecidos					■	
	17 Comparación del diagnóstico antes y después de las mejoras					■	
	18 Comparación de indicadores financieros					■	
A	20 Presentar resultados a Gerencia						■
	21 Evaluación de experiencia: desafios y Oportunidades.						■

*Nota.* En la Presente Tabla se Representa la Planificación de la Implementación de la Metodología PHVA.

## Hacer (Etapa 2)

### *Detalles Técnicos de la Estructura de la Máquina Peladora 2022*

Una máquina peladora de pota, debe contar con una estructura resistente y duradera para asegurar su eficiencia y funcionamiento óptimo. A continuación, se detallan los aspectos técnicos clave para la fabricación de la estructura de una máquina peladora de pota en acero inoxidable.

**Material de Construcción:** El acero inoxidable (AISI 304 o AISI 316) es el material elegido debido a su alta resistencia a la corrosión, particularmente en entornos húmedos y expuestos a agua salada y ácidos.

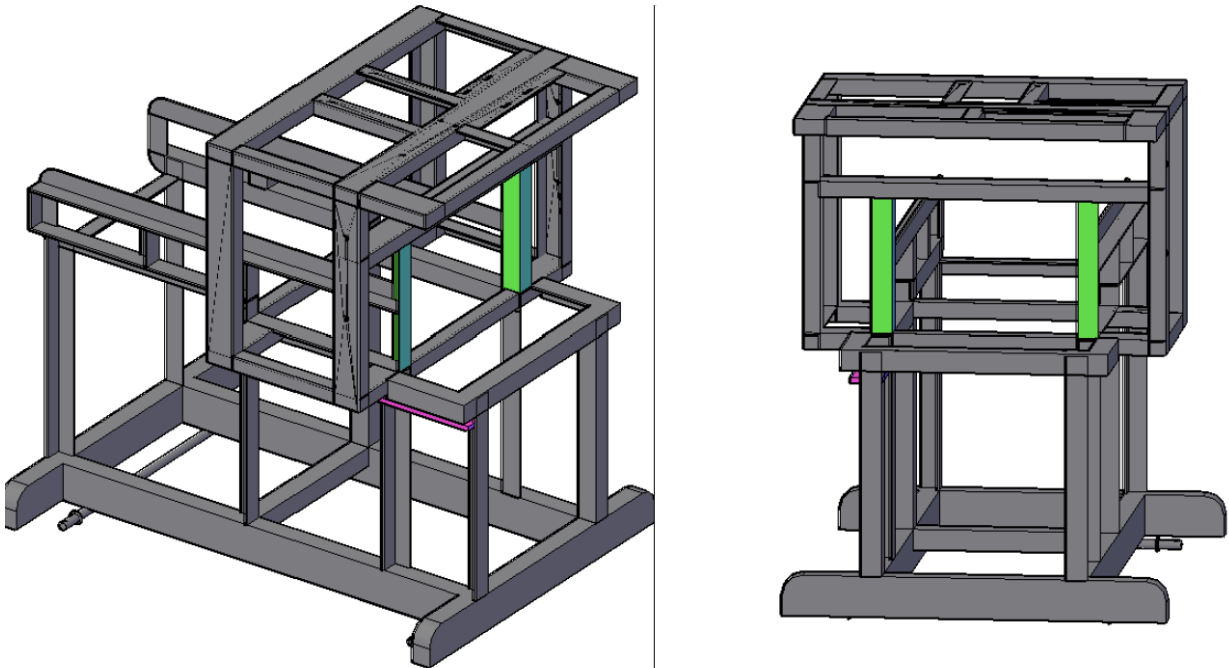
Este material ofrece ventajas como: Alta resistencia al desgaste, la corrosión.

Facilidad de limpieza e higiene, aspectos fundamentales en la industria alimentaria.

*Dimensiones y Diseño de la Estructura:*

**Figura 12**

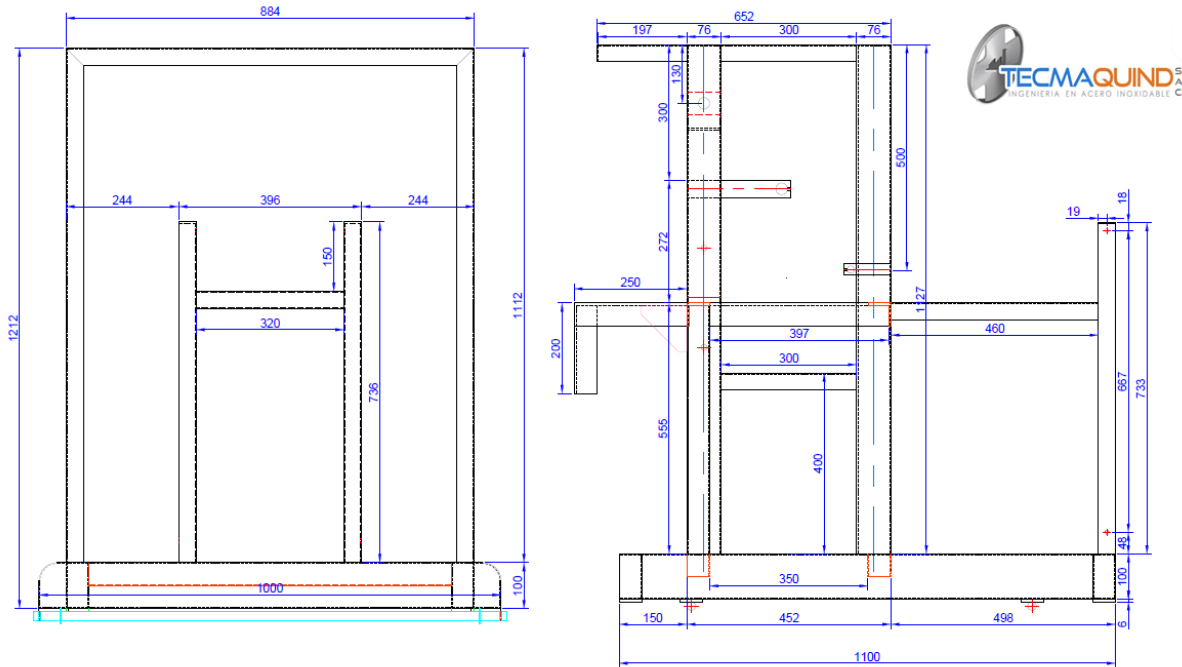
*Diseño de Estructura de Máquina Peladora de Pota*



*Nota.* Diseño de Estructura de Máquina Peladora de Pota. Extraído del Departamento de Ingeniería de TECMAQUIND SAC.

**Figura 13**

*Dimensiones de Estructura*

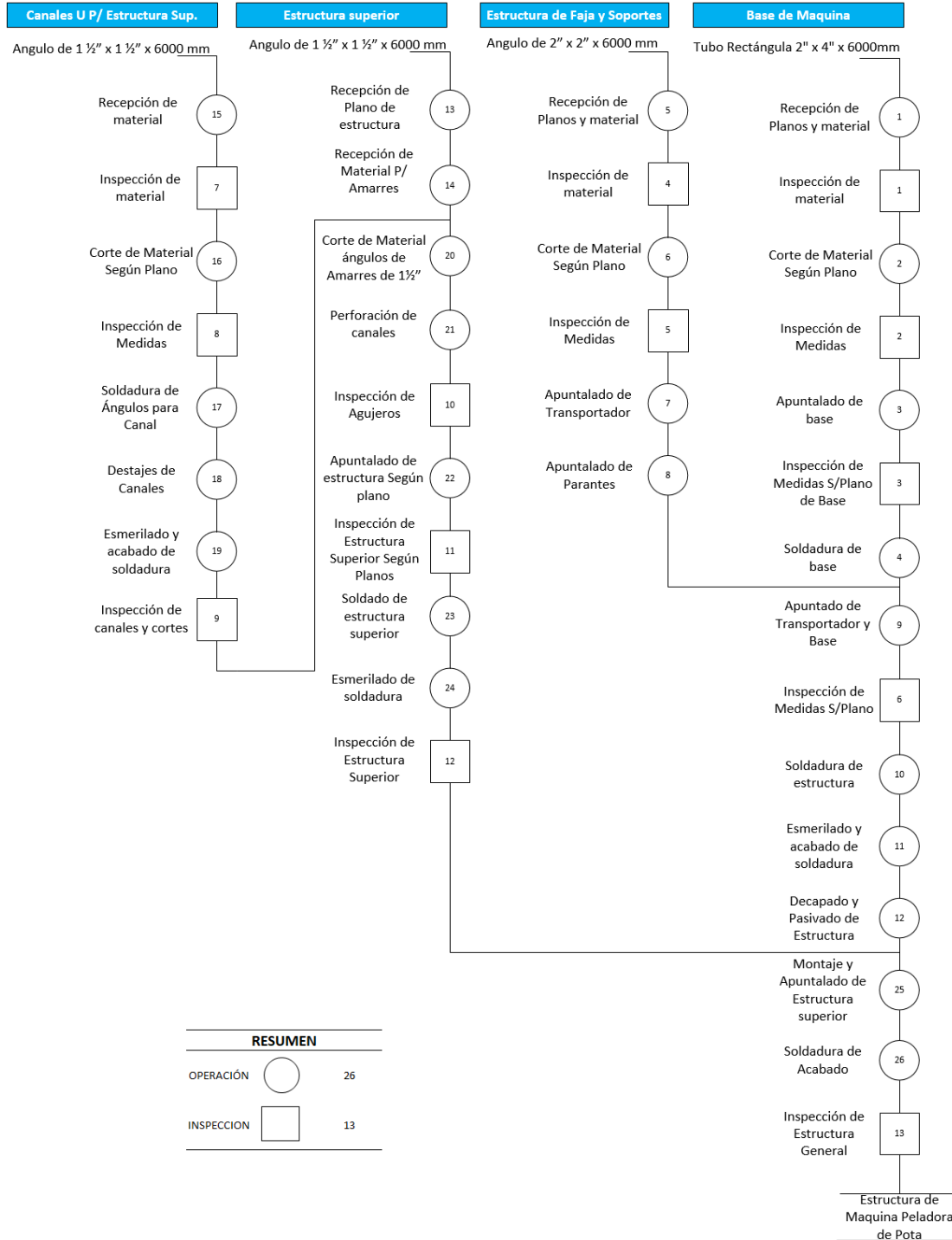


Nota: Planos con Dimensiones Generales de Estructura de Máquina Peladora de Pota. Extraída del Departamento de Ingeniería de TECMAQUIND SAC.

El diseño actual de la estructura de la peladora de papa se encuentra en una fase crítica, en la que es importante mejorar el proceso de producción para maximizar la eficiencia y productividad. Antes de realizar un análisis a profundidad, es crucial vincular el diseño estructural con el diagrama de procesos de fabricación. En él se describe las fases fundamentales: recepción de materiales, corte y soldado, ensamblaje y acabado. Al integrar el diseño estructural con estas etapas, se pueden identificar oportunidades de mejorar, como la simplificación de componentes, la reducción de tiempos de espera y la optimización de la secuencia de ensamblaje. Este análisis inicial servirá de base para implementar mejoras continuas, reducir costos y aumentar la calidad del producto final.

**Figura 14**

*Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP) Inicial*




































































































































































*Nota.* DOP Inicial de la Fabricación de Estructura, Extraído de Departamento de Producción de TECMAQUIND SAC.

Una vez creado el diagrama de operaciones de proceso, el siguiente paso es transferir esta información al diagrama de análisis de proceso para la fabricación de la estructura de la máquina peladora de pota. Este diagrama de análisis profundiza en cada una de las operaciones identificadas, evaluando factores como los tiempos de ciclo, la utilización de recursos y la presencia de posibles cuellos de botella.

**Tabla 9**

*Diagrama de Análisis de Procesos*

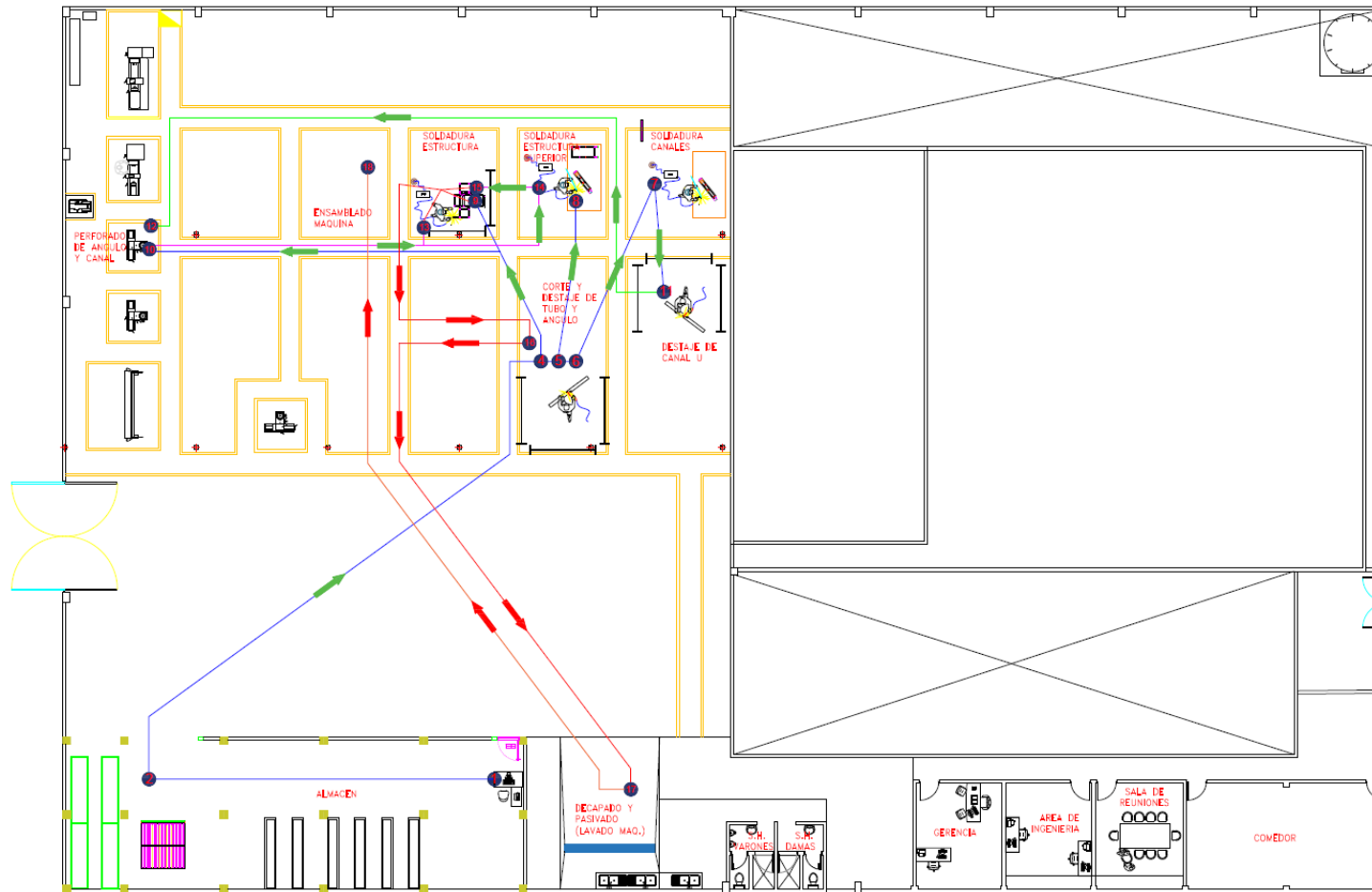
DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO DE ESTRUCTURA DE MAQUINA PELADORA DE POTA										
RESUMEN			TECMAQUIND SAC							
EVENTO	NUMERO	TIEMPO								
OPERACIONES	26	1987.80 min	TAREA: ARMAR ESTRUCTURA DE MAQUINA PELADORA DE POTA							
TRANSPORTE	12	30.04 min	MÉTODO: ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>							
INSPECCIÓN	2	4.00 min	EL DIAGRAMA INICIA: Materia prima en almacén							
DEMORAS	0	0.00 min	EL DIAGRAMA FINAL: Inspección final							
OPER. E INSPE.	7	287.30 min	REVIZADO POR: DEP. PRODUCCION				FECHA: 17/06/2022			
ALMACENAR	0	0.00 min	MÉTODO: HOMBRE <input type="checkbox"/> MATERIAL <input type="checkbox"/>							
TC	47	2309.14 min								
OPERACIÓN	ITEM	DETALLES DEL MÉTODO	OPERA.	TRANS.	INSPEC.	DEMOR.	OP. E INS.	ALMAC.	DISTA. (m.)	TIEMPO ESTANDAR (MIN)
CORTE DE ESTRUCTURA	1	Designacion de OT	○	→	□	D	⊗	▽		3.00 min
	2	Recepcion de Materia Prima	○	→	□	D	⊗	▽		10.00 min
	3	Traslado Angulos y Tubos a Area de Corte	○	→	□	D	⊗	▽	24.10 mts	2.50 min
	4	Corte de Angulos para Canales	○	→	□	D	⊗	▽		22.00 min
	5	Corte de Angulo para Estructura	○	→	□	D	⊗	▽		16.20 min
	6	Destaje de Angulo para Estructura	○	→	□	D	⊗	▽		30.00 min
	7	Corte de Tubos Rectangular	○	→	□	D	⊗	▽		8.00 min
	8	Traslado Angulo al Talado para Perforado	○	→	□	D	⊗	▽	16.10 mts	0.85 min
	9	Perforado de Angulos para Estructura	○	→	□	D	⊗	▽		15.00 min
	10	Traslado de Angulos perforados a soldadura 1 - 2	○	→	□	D	⊗	▽	16.10 mts	0.85 min
	11	Traslado angulos cortados al Area de Soldadura 1 (Est. Sup)	○	→	□	D	⊗	▽	2.80 mts	6.00 min
	12	Traslado de tubos y angulos cortados al Area de Soldadura 2 (Estructura general)	○	→	□	D	⊗	▽	1.50 mts	0.42 min
CANAL	13	Apuntalado e Inspeccion de Canales para Arco	○	→	□	D	⊗	▽		230.00 min
	14	Soldado de Canales para Arco	○	→	□	D	⊗	▽		224.00 min
	15	Traslado de canales al area de Corte	○	→	□	D	⊗	▽	1.30 mts	0.27 min
	16	Esmerilado de Canales	○	→	□	D	⊗	▽		60.00 min
	17	Destaje de Canales	○	→	□	D	⊗	▽		60.00 min
	18	Traslado a Perforado de Canales	○	→	□	D	⊗	▽	22.00 mts	2.50 min
	19	Perforado de Canales	○	→	□	D	⊗	▽		20.60 min
	20	Traslado de Canales perforados a Area de Soldadura 1	○	→	□	D	⊗	▽	17.10 mts	2.15 min

ESTRUCTURA SUPERIOR	21	Apuntalado de Arcos								270.00 min
	22	Apuntalado de Amarres con Arco								30.00 min
	23	Apuntalado de Voladizo								15.00 min
	24	Soldado de Estructura Superior								5.00 min
	25	Traslado de Estructura Superior a Area de Soldado 2							1.50 mts	0.50 min
ESTRUCTURA MAQUINA	26	Apuntalado de Base e Inspeccion en area soldadura 3								1.60 min
	27	Soldado de base, con planchas para reguladores								6.00 min
	28	Esmerilado de Esquinas								0.70 min
	29	Apuntalado de la Laterales para faja								30.00 min
	30	Apuntalado de Parantes								90.00 min
	31	Apuntalar Laterales y Amarres a la estructura								120.00 min
	32	Apuntalado de Estructura Superior								320.00 min
	33	Ensamblaje mediante Soldado de Estructura inferior y superior								180.00 min
	34	Soldado de Platinas y Soporte de Maquina								120.00 min
	35	Traslado para Area de Acabados							3.50 mts	3.00 min
AREA DE ACABADOS	36	Esmerilado de Estructura de Maquina								90.00 min
	37	Pulido de Estructura Maquina								120.00 min
	38	Traslado al Area de Decapado y Pasivado Estructura de Maquina							24.30 mts	6.00 min
	39	Decapado a Toda la Estructura Maquina								30.00 min
	40	Lavado y Enjuagado de Estructura de Maquina								78.00 min
	41	Inpeccion de la Operación de Lavado								2.00 min
	42	Traslado al Area de Montaje							13.00 mts	5.00 min
ENSAMBLADO	43	Nivelado de Estructura								25.00 min
	44	Soldado de Barras y Angulo para Transmision								15.00 min
	45	Apuntalado e Inspeccion de Planchas para Regulador de Rodillo Ranurado								15.00 min
	46	Soldado de Platina para Regulador Ranurado								15.00 min
	47	Inpeccion de Estructura para Montaje de Motores								2.00 min
<b>TOTAL DE ACTIVIDADES</b>			<b>26</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>42.3</b>	<b>2309.14 min</b>

Nota. En la Tabla se ve los Procesos e Inspecciones Requeridas para la Fabricación de Estructuras de Máquina Peladora.

**Figura 15**

*Diagrama de Recorrido*



*Nota.* La Figura Representa el Recorrido que Realiza los Componentes Hasta el Armado Final de la Estructura para la Máquina Peladora de Pota.

## Cálculo de Indicadores Iniciales

### *Tiempo de Ciclo de Fabricación 2022*

El **Tiempo Total de Ciclo de Fabricación (TC)** representa la suma del tiempo invertido en todas las actividades, ofreciendo una visión global de la duración total del proceso de fabricación de la estructura de la Máquina peladora de papa.

$$TC = \sum T1 + T2 + T3 + \dots + Tn = 2309,14 \text{ minutos}$$

Para fabricar una estructura se tarda 2309.14 minutos que equivale aproximadamente 38,49 horas, podemos afirmar que en un mes se pueden realizar 5 estructuras de la Máquina peladora de papa.

### *Productividad 2022*

Se presentan los cálculos correspondientes al periodo de enero a diciembre del 2022. En ella se representa la producción total de unidades, tiempo total mensual y cálculo de productividad para cada mes y anual.

**Tabla 10**

#### *Cálculo de Productividad 2022*

Fórmula:  $P = \frac{UP}{RU}$

P: Productividad  
UP: Unidades producidas  
RU: Recursos utilizados (tiempo, mano de obra, materiales).

PRODUCTIVIDAD													
DATOS													
VARIABLES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ACUM.
Produccion total (UP)	3	2	0	1	2	0	3	0	0	1	1	0	13
Tiempo total (RU)	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	2304
PRODUCTIVIDAD 1	0.0156	0.0104	0.0000	0.0052	0.0104	0.0000	0.0156	0.0000	0.0000	0.0052	0.0052	0.0000	0.0056

*Nota.* La Productividad Mide las Unidades Producidas por Hora.

la productividad varió según los meses, alcanzando su valor más alto en enero, julio y

mayo, con un valor de 0.0156. En el acumulado del año, la productividad general fue de 0.0056, lo que indica un rendimiento promedio de unidades producidas por hora de operación a lo largo de todo el año.

### ***Cálculo Merma Anual 2022***

Los datos calculados de la merma que género en la fabricación de la estructura de la máquina peladora de pota en la empresa TECMAQUIND SAC durante el año 2022.

**Tabla 11**

*Cálculo de Merma No reutilizable.*

$$\text{Fórmula: } IM = \left( \frac{CM}{CIMP} \right) \times 100$$

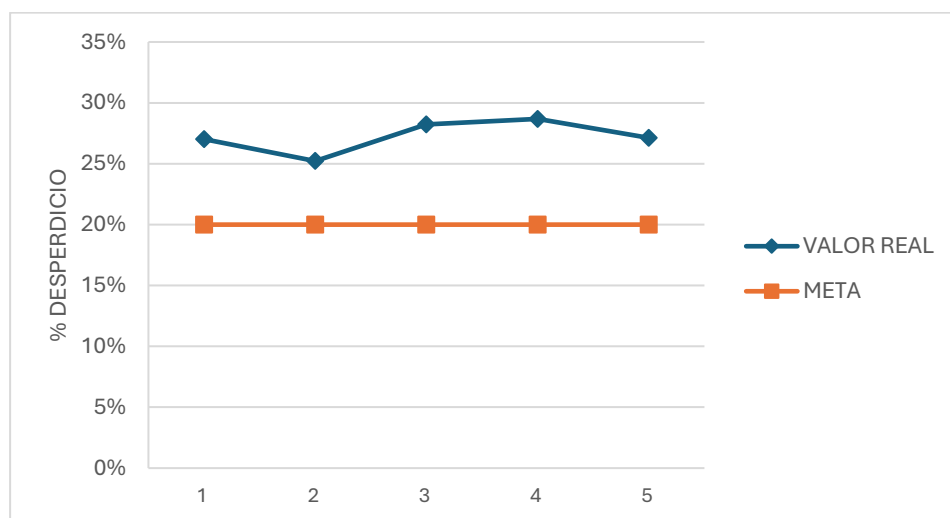
**IM:** Indicador de Merma  
**CM:** Cantidad de Merma  
**CIMP:** Cantidad Inicial de Materia Prima

MERMA 2022					
DATOS (KG)					
VARIABLES	ENE - MAR	ABR - JUN	JUL- SEP	OCT- DIC	ACUM.
Materia Prima (CIMP)	879.30	527.58	527.58	351.72	2286.2
Merma	296.90	166.33	186.18	126.11	775.5
Reutilizable	59.38	33.27	37.24	25.22	155.10
No Reutilizable (CM)	237.52	133.06	148.95	100.89	620.42
% Merma(IM)	27%	25%	28%	29%	27%
META	20%	20%	20%	20%	20%

*Nota.* Merma se Encuentra Calculado en el Material Directo que Ingresa a la Estructura y la Merma se Clasifica en Reutilizable y no Reutilizable, Meta es el Valor Óptimo que se Debe Gastar de no Reutilizable o desperdicio.

**Figura 16**

*Gráfico del Desperdicio Generado en el Año 2022.*



*Nota.* La Gráfica Demuestra los Desperdicios o Material no Reutilizable Durante la Fabricación de la Estructura de la Máquina Peladora de Pota en el Periodo 2022.

La producción anual fue de 13 unidades, de la cual genero un total de 775,5 kilos de merma de las cuales el 20% fue reutilizable y el 80% paso hacer desperdicio o no reutilizable.

### ***Costo por Atención de Reclamos***

El costo total por atención de reclamos en el año 2022 se distribuye en cuatro trimestres, y se detalla por diferentes ubicaciones (Lima/Callao, Chincha, Chimbote y Piura). A continuación, se presenta un resumen y análisis del costo total de atención a los reclamos para el año 2022.

**Tabla 12**

*Costo por Atención a Reclamos*

		LUGAR		COSTO	
		Lima		\$250.00	
		Chincha		\$460.00	
		Chimbote		\$500.00	
		Piura		\$605.31	

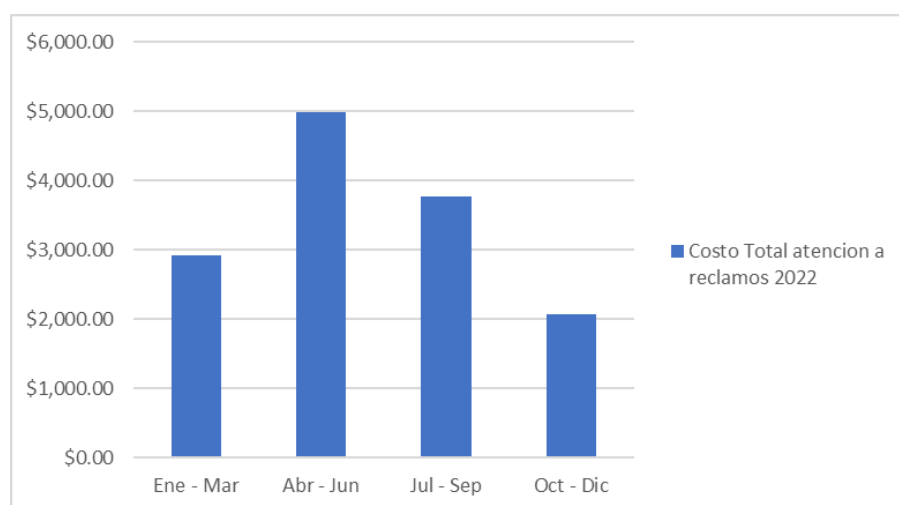
COSTO POR ATENCION DE RECLAMOS 2022									
DATOS									
LUGARES	Ene - Mar		Abr - Jun		Jul - Sep		Oct - Dic		ACUM.
	NR	CAR	NR	CAR	NR	CAR	NR	CAR	
Lima/ Callao (CAR:	4	\$1,000.00	4	\$1,000.00	3	\$750.00	2	\$500.00	\$3,250.00
Chincha (CAR2)	2	\$920.00	1	\$460.00	2	\$920.00	1	\$460.00	\$2,760.00
Chimbote (CAR3)	2	\$1,000.00	1	\$500.00	3	\$1,500.00	1	\$500.00	\$3,500.00
Piura (CAR 4)	0	\$0.00	5	\$3,026.55	1	\$605.31	1	\$605.31	\$4,237.17
<b>atencion a reclamos 2022</b>		\$2,920.00		\$4,986.55		\$3,775.31		\$2,065.31	\$13,747.17

*Nota.* La Tabla Muestra los Costos Incurridos en Atención de Reclamos Durante el Año 2022, por las Fallas de la Máquina Peladora de Pota.

La tabla muestra los datos de costo por atención de reclamos para el año 2022, con un total de 35 reclamos y un costo total de \$13,747.17. El número de reclamos y el costo por atención varían según el trimestre y la ubicación geográfica.

**Figura 17**

*Gráfica de Costos por Atención de Reclamos.*



*Nota.* La Gráfica de Muestra los Costos en Atención de Reclamos por Trimestre.

Los reclamos están directamente relacionados con las ventas de máquinas en periodos anteriores. El año inició con 8 reclamos que generaron un costo de \$ 2 920 dólares. Sin embargo, el pico de reclamos se registró entre abril y junio, con un total de 13 reclamos que representan el 37% del total anual, y un costo asociado de \$ 4 986,55 dólares.

### **Costo de Producción**

El costo de producción se calcula sumando el valor total de materiales, mano de obra, operación y corrección, y luego dividiendo por la cantidad de unidades producidas.

**Materiales.** Para calcular el costo de producción, necesario conocer los materiales que se utilizan en la fabricación de la estructura de la máquina peladora de pota, la cual está completamente construida en acero inoxidable. La lista desglosada de materiales se encuentra en Anexo 1.

**Tabla 13**

#### *Material para la Estructura de la Máquina Peladora de Pota*

<b>COSTO DE MATERIAL</b>				
<b>ITENS</b>	<b>CANT</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>COSTO UNT.</b>	<b>COSTO T.</b>
1	2	TUBO CUADRADO DE 50 MM X 100 MM	\$ 72.00	\$ 144.00
2	3	ANGULO 3/16" X 2" X 2"	\$ 90.00	\$ 270.00
3	3	ANGULO 3/16" X 1 1/2" X 1 1/2"	\$ 60.00	\$ 180.00
4	1	OTROS		\$ 350.00
				\$ 944.00

Nota. Costo de Materiales de Acero Inoxidable y Cantidades.

**Costo de Mano de Obra:** Los costos de mano de obra se encuentran relacionados con el tiempo de trabajo de cada estación, como son los soldadores, habilitador que se encarga de los cortes y destajes, maestranza solo perforaciones para la estructura, ayudante su tiempo está empleado para apoyo de cada estación y traslados, por último, el supervisor de producción.

**Tabla 14**

*Costos de Mano de Obra para la Fabricación de Estructura de la Máquina Peladora de Pota*

COSTO DE MANO DE OBRA					
CANT	Hrs x Proc.	SUELDO MENSUAL		COSTO TOTAL (\$)	
SOLDADOR	3	28.11 S/	2,000.00	\$	66.24
HABILITADO	2	5.44 S/	1,500.00	\$	9.61
AYUDANTE	4	20.01 S/	1,025.00	\$	24.16
MAESTRANZ	1	0.59 S/	1,800.00	\$	1.26
SUPERVISOF	1	0.48 S/	2,800.00	\$	1.59
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>54.63 S/</b>	<b>9,125.00</b>	<b>\$</b>	<b>102.86</b>

*Nota.* Solo se Considera los Costos de Mano de Obra Dedicado Específicamente a la Fabricación de la Estructura de Máquina Peladora de Pota.

**Cálculo de costo de producción total del 2022**

Obtenido todos los costos involucrados durante la fabricación de estructura realizamos los cálculos del costo de producción.

**Tabla 15**

*Costo de Producción Incurrido en 2022*

$$\text{Fórmula: } CP = \frac{(CM + CMO + CO + CC)}{UP}$$

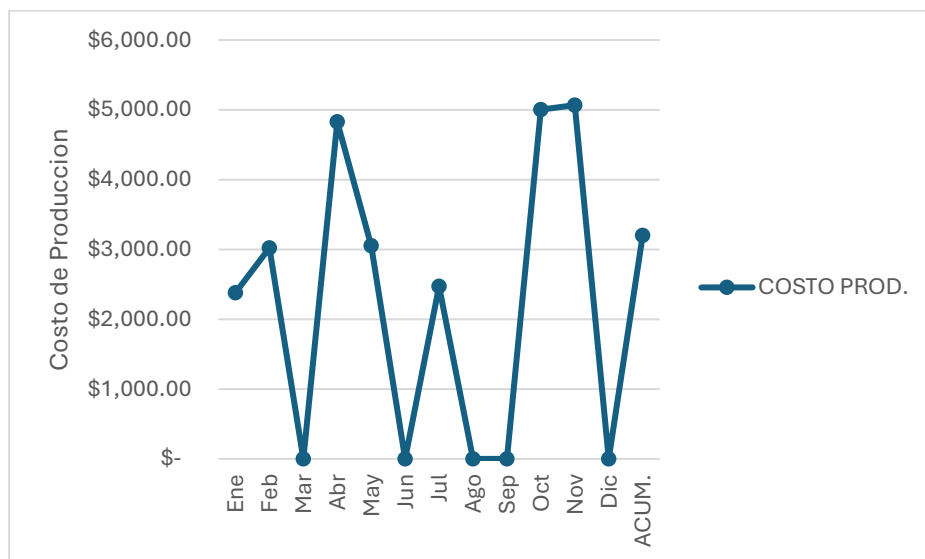
CP: Costo de producción  
 CM: Costo de materiales  
 CMO: Costo de mano de obra  
 CO: Costo de operación  
 CC: Costo de corrección  
 UP: Unidades producidas

COSTO DE PRODUCCION 2022													
DATOS													
VARIABLES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ACUM.
Costo de Material (CM)	\$ 2,832.00	\$ 1,888.00	\$ -	\$ 944.00	\$ 1,888.00	\$ -	\$ 2,832.00	\$ -	\$ -	\$ 944.00	\$ 944.00	\$ -	\$ 12,272.00
Costo MO (CMO)	\$ 308.58	\$ 205.72	\$ -	\$ 102.86	\$ 205.72	\$ -	\$ 308.58	\$ -	\$ -	\$ 102.86	\$ 102.86	\$ -	\$ 1,337.17
Costo Operaciones (CO)	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ -	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ -	\$ 3,000.00	\$ -	\$ -	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ -	\$ 21,000.00
Costo de Correccion (CC)	\$ 1,000.00	\$ 950.00	\$ -	\$ 780.00	\$ 1,010.00	\$ -	\$ 1,280.00	\$ -	\$ -	\$ 956.00	\$ 1,020.00	\$ -	\$ 6,996.00
Unidades Producidas (UP)	3	2	0	1	2	0	3	0	0	1	1	0	13.0
<b>COSTO PROD.</b>	<b>\$ 2,380.19</b>	<b>\$ 3,021.86</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 4,826.86</b>	<b>\$ 3,051.86</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 2,473.53</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 5,002.86</b>	<b>\$ 5,066.86</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 3,200.40</b>

*Nota.* Costo de Materiales, Costo de Mano de Obra solo de las Involucradas al proceso; Costos Operativos y los Costos Corrección que son Transporte o Reprocesos.

**Figura 18**

*Gráfica de los Costos de Producción del Año 2022.*



Nota. La Gráfica Muestra los Costos Totales en los Meses Donde se Fabricaron las Estructuras de la Máquina Peladora de pota.

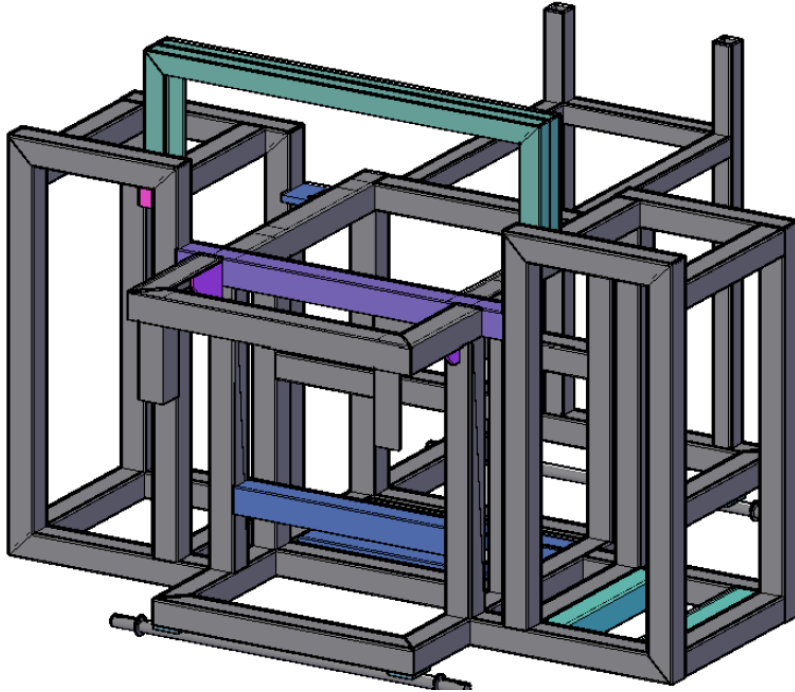
El costo promedio de producción promedio por unidad es fue de \$3 200,40 dólares, observan fluctuaciones según los materiales y mano de obra empleados.

### ***Rediseño de Estructura de la Máquina Peladora de Pota 2023***

Al reconocer que el problema principal se originaba en un diseño deficiente de la estructura de la máquina, el equipo de ingeniería, en conjunto con el departamento de producción, desarrolló un nuevo diseño para la estructura. Se realizaron modificaciones en el diseño, los materiales y las dimensiones con el fin de cumplir con los objetivos de funcionalidad, reducción de costos de fabricación, optimización de tiempos de producción y otros indicadores clave para mejorar la productividad. Este enfoque tiene como objetivo no solo mejorar la eficiencia operativa, sino también asegurar un rendimiento óptimo y sostenible, buscando siempre una mejora continua en el proceso de fabricación.

**Figura 19**

*Nuevo Diseño de Estructura de Máquina Peladora de Pota*



*Nota.* Diseño 3D de Nueva Estructura de Máquina Peladora de Pota, Extraído de Departamento de Ingeniería TECMAQUIND SAC.

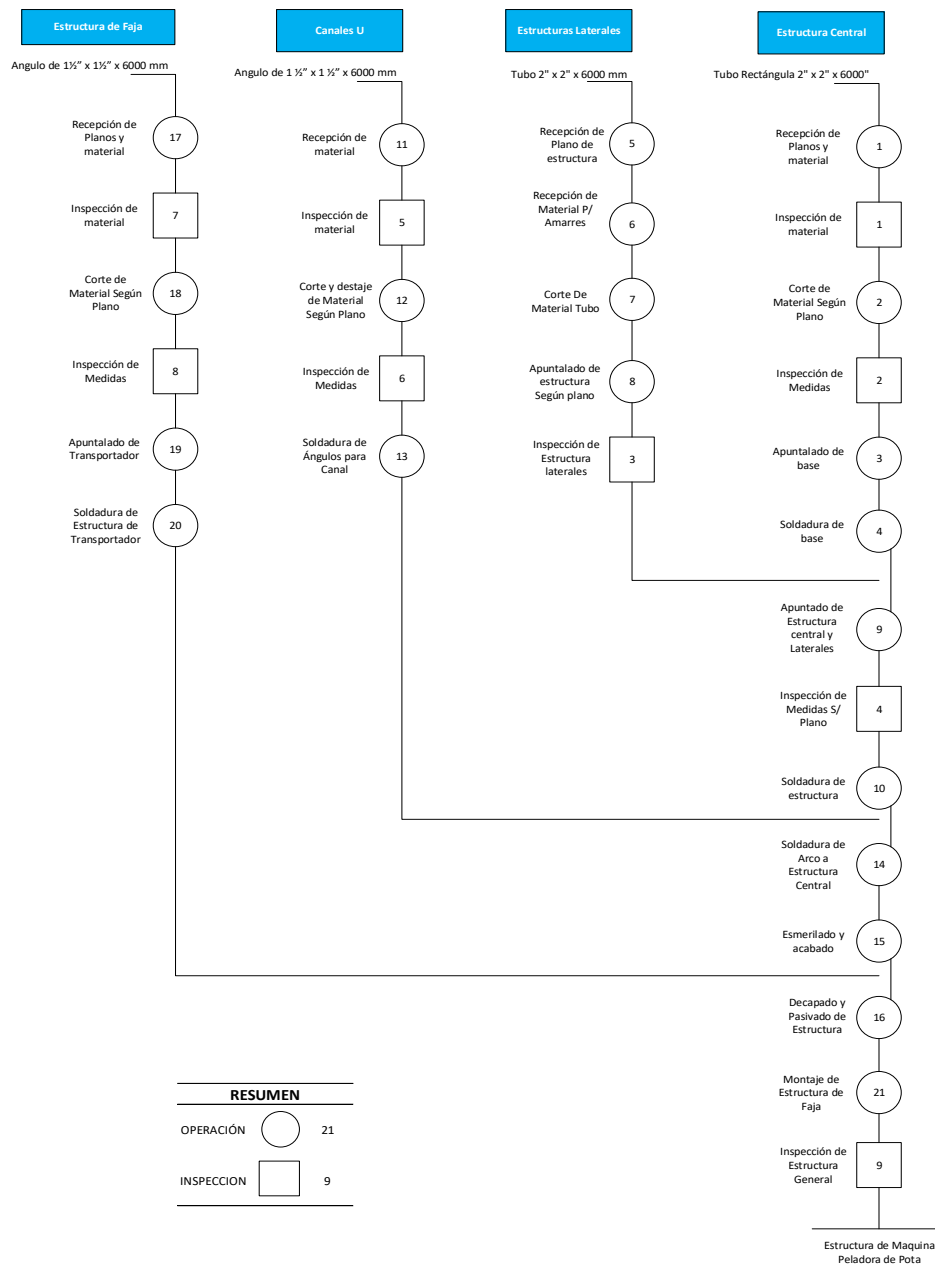


**Diagrama de operaciones de procesos**

Una vez obtenido y la aprobación del nuevo diseño de la estructura, se lleva a cabo el proceso de identificar los paso o procedimientos de fabricación de la estructura de la Máquina peladora de pota.

**Figura 22**

*DOP de Nueva Estructura Peladora de Pota 2023*



*Nota.* DOP de la Nueva Estructura de la Máquina Peladora de Pota.

Después de elaborar el diagrama de operaciones de proceso (DOP), se lleva a cabo una serie de tomas de tiempos de cada proceso para diagrama de análisis de proceso para la fabricación de la estructura de la máquina peladora de pota 2023. Este diagrama de análisis profundiza en cada una de las operaciones identificadas, evaluando factores como los tiempos de ciclo y la utilización de recursos.

**Tabla 16**

*Diagrama Análisis Procesos de la Nueva Estructura de la Máquina Peladora de Pota.*

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO DE ESTRUCTURA DE MAQUINA PELADORA DE POTA												
RESUMEN			TECMAQUIND SAC									
EVENTO	NUMERO	TIEMPO										
OPERACIONES	23	1183.90 min	TAREA:	Armar pantalon drill	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
TRANSPORTE	10	39.30 min	MÉTODO:	ACTUAL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
INSPECCIÓN	2	5.50 min	EL DIAGRAMA INICIA:	Materia prima en almacén								
DEMORAS	0	0.00 min	EL DIAGRAMA FINAL:	Inspección final								
OPER. E INSPE.	8	631.50 min	REVIZADO POR:	DEP. PRODUCCION	FECHA:	6/04/2024						
ALMACENAR	0	0.00 min	MÉTODO:	HOMBRE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
TC	43	1860.20 min										
AREA	OPERACIÓN	ITEM	DETALLES DEL MÉTODO	OPERA.	TRANS.	INSPEC.	DEMOR.	OP. E INS.	ALMAC.	DISTA.(m.)	TIEMPO ESTANDAR (MIN)	
AREA DE CORTE	CORTE DE ESTRUCTURA	1	Designacion de OT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3.00 min	
		2	Recepcion de Materia Prima	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10.00 min	
		3	Traslado Angulos y Tubos a Area de Corte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	26.00 mts	3.00 min
		4	Corte de Angulos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		90.00 min
		5	Corte de Tubos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		120.00 min
		6	Destaje de tubos y angulos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		60.00 min
		7	Traslado al Area de Soldadura 1 (Faja)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.10 mts	5.00 min
		8	Traslado al Area de Soldadura 2 (Estructura)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.20 mts	5.00 min
MAESTRANZA	PERFORADO	9	Trazado de Agujero para Angulo y un canal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3.00 min	
		10	Perforado de Agujeros de Angulo y un Canal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10.00 min	
		11	Traslado de Angulo y Canales a Soldadura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15.00 mts	5.00 min
AREA DE SOLDADURA	ESTRUCTURA DE FAJA	12	Apuntalado de Laterales e Inspeccion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		120.00 min	
		13	Esmerilado y Soldado de Amarres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2.20 min	
		14	Soldado de Estructura para Faja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		91.00 min	
		15	Apuntalado e Inspeccion de Canales para Arco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5.00 min
		16	Soldado de Arco (Soporte de Base Rodillo de PVC)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		8.00 min
		17	Traslado del Arco al Area de Soldadura de Estructura de Maquina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.50 mts	0.80 min
		18	Traslado de estructura de faja hacia Area de Acabados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.00 mts	4.00 min

AREA DE SOLDADURA	ESTRUCTURA MAQUINA	19	Apuntalado de Base e Inspeccion	○	⇒	□	D	⊗	▽		20.00 min	
		20	Soldado de base, con planchas para reguladores	⊗	⇒	□	D	⊗	▽			15.00 min
		21	Esmerilado de Esquinas	⊗	⇒	□	D	⊗	▽			0.70 min
		22	Apuntalado de la estructura central con la bases	○	⇒	□	D	⊗	▽			11.50 min
		23	Soldado de Estructura Central	⊗	⇒	□	D	⊗	▽			60.00 min
		24	Apuntalado de laterales e Inspeccion	○	⇒	□	D	⊗	▽			120.00 min
		25	Apuntalado de Estructura Laterales a Central	○	⇒	□	D	⊗	▽			320.00 min
		26	Soldado de Toda la Estructura	⊗	⇒	□	D	⊗	▽			180.00 min
		27	Soldado de Arco a Estructura	⊗	⇒	□	D	⊗	▽			30.00 min
		28	Traslado para Area de Acabados	○	⇒	□	D	⊗	▽		3.50 mts	4.00 min
AREA DE ACABADOS	ESMERILADO Y PULIDO	29	Esmerilado y Acabado de Estructura para Faja	⊗	⇒	□	D	⊗	▽		60.00 min	
		30	Esmerilado de Estructura maquina	⊗	⇒	□	D	⊗	▽		130.00 min	
		31	Pulido de Estructura de faja	⊗	⇒	□	D	⊗	▽		28.00 min	
		32	Pulido de Estructura maquina	⊗	⇒	□	D	⊗	▽		120.00 min	
		33	Traslado al Area de Decapado y Pasivado Estructura de Faja	○	⇒	□	D	⊗	▽		13.00 mts	4.00 min
		34	Traslado al Area de Decapado y Pasivado Estructura de Maquina	○	⇒	□	D	⊗	▽		13.50 mts	4.00 min
	DECAPADO Y PASIVADO	35	Decapado a Toda la Estructura para Faja	⊗	⇒	□	D	⊗	▽			15.00 min
		36	Decapado a Toda la Estructura Maquina	⊗	⇒	□	D	⊗	▽			45.00 min
		36	Lavado y Enjuagado de Estructura para Faja	⊗	⇒	□	D	⊗	▽			20.00 min
		38	Lavado y Enjuagado de Estructura de Maquina	⊗	⇒	□	D	⊗	▽			78.00 min
39		Inpeccion de la Operación de Lavado	○	⇒	□	D	⊗	▽			3.50 min	
40		Traslado al Area de Montaje (las Dos Estructuras)	○	⇒	□	D	⊗	▽		13.00 mts	4.50 min	
ENSAMBLADO	MONTAJE DE ESTRUCTURA	41	Nivelado de Estructura	○	⇒	□	D	⊗	▽		25.00 min	
		42	Montaje de Estructura para Faja	⊗	⇒	□	D	⊗	▽		15.00 min	
		43	Inpeccion de Estructura para Montaje de Guitarra y Componentes	○	⇒	□	D	⊗	▽			2.00 min
TOTAL				23	10	2	0	8	0	50.5	1860.20 min	

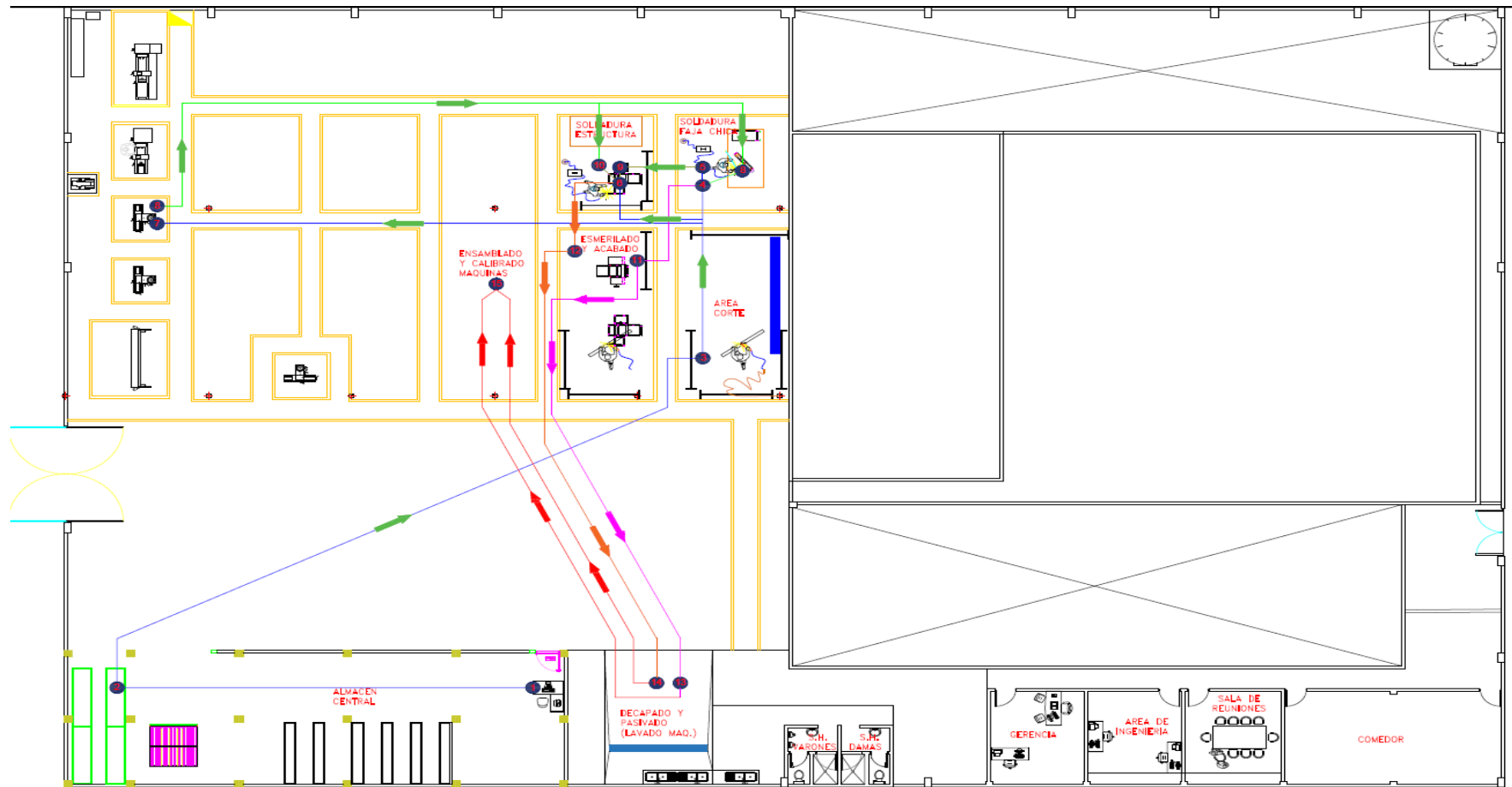
*Nota.* En la Tabla se ve los Procesos e Inspecciones Requeridas para la Fabricación de la Nueva Estructuras de Máquina Peladora.

### ***Diagrama de Recorrido de Procesos para la Nueva estructura***

Se lleva a cabo los análisis gráficos de los puntos que recorrerá la materia prima hasta convertirse en la estructura mejorada para la Máquina peladora de pota.

**Figura 23**

*Diagrama de Recorrido para la Fabricación de la Nueva Estructura de la Máquina Peladora de Pota.*



*Nota: La Figura Muestra el Nuevo Recorrido que Realizara Durante la Fabricación de la Estructura.*

## Cálculo de Indicadores de la Nueva Estructura.

### *Tiempo de Ciclo de Fabricación 2023 (TC).*

Representa la suma del tiempo invertido en todas las actividades de la nueva estructura, ofreciendo una visión global de la duración total del proceso de fabricación de la estructura de la Máquina peladora de papa.

$$TC = \sum T1 + T2 + T3 + \dots + Tn = 1860,20 \text{ minutos}$$

Para fabricar una estructura se tarda 1860,20 minutos que equivale aproximadamente 31,00 horas, podemos afirmar que en un mes se pueden realizar 7 estructuras mensuales del nuevo modelo.

### *Productividad 2023*

### *Cálculo de Merma Anual 2023*

Los datos calculados de la merma que genero en la fabricación de la nueva estructura de la máquina peladora de papa en la empresa TECMAQUIND SAC durante el año 2023.

## Tabla 18

### *Cálculo de Merma no Reutilizable*

**Fórmula:**  $IM: \left( \frac{CM}{CIMP} \right) \times 100$

**IM:** Indicador de Merma

**CM:** Cantidad de Merma

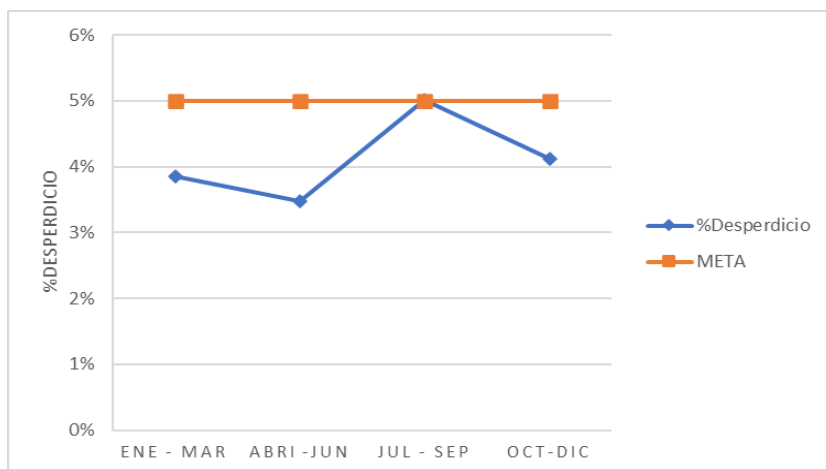
**CIMP:** Cantidad Inicial de Materia Prima

MERMA 2023					
DATOS (KG)					
VARIABLES	ENE - MAR	ABRI - JUN	JUL - SEP	OCT-DIC	ACUM.
Materia Prima (CIMP)	474.48	1423.44	948.96	474.48	3321.4
Merma	105.61	285.14	274.58	112.65	778.0
Reutilizable	87.30	235.71	226.98	93.12	643.11
No reutilizable (CM)	18.31	49.43	47.60	19.53	134.86
% Merma (IM)	4%	3%	5%	4%	4%
META	5%	5%	5%	5%	5%

*Nota.* La Tabla Representa la Merma Reutilizable es de un 83% y el 17% es Desperdicio.

**Figura 24**

*Gráfico de los Desperdicios en el Año 2023*



*Nota.* La Gráfica Representa los Merma no Reutilizable, Meta es el Porcentaje que se Debería desechar que es el 5%.

La producción total para el año 2023 fue de 21 estructuras, con una cantidad total de materia prima de 3 321,4 kg y una merma total de 778,0 kg. De las cuales 82% se reutilizo y el 17% fue desperdicio.

### ***Costo por Atención a Reclamos***

El costo total por atención de reclamos en el año 2023 se distribuye en cuatro trimestres. A continuación, se presenta un resumen y análisis del costo total de atención a los reclamos para el año 2023.

**Tabla 19**

*Costo por Atención a Reclamos.*

		<b>LUGAR</b>		<b>COSTO</b>	
		Lima		\$250.00	
		Chincha		\$460.00	
		Chimbote		\$500.00	
		Piura		\$605.31	

**Fórmula:**  $ICR = CAR \times NR$

**ICR:** Indicador de Costos por Reclamos  
**CAR:** Costo de Atención de Reclamos  
**NR:** Número de Reclamos

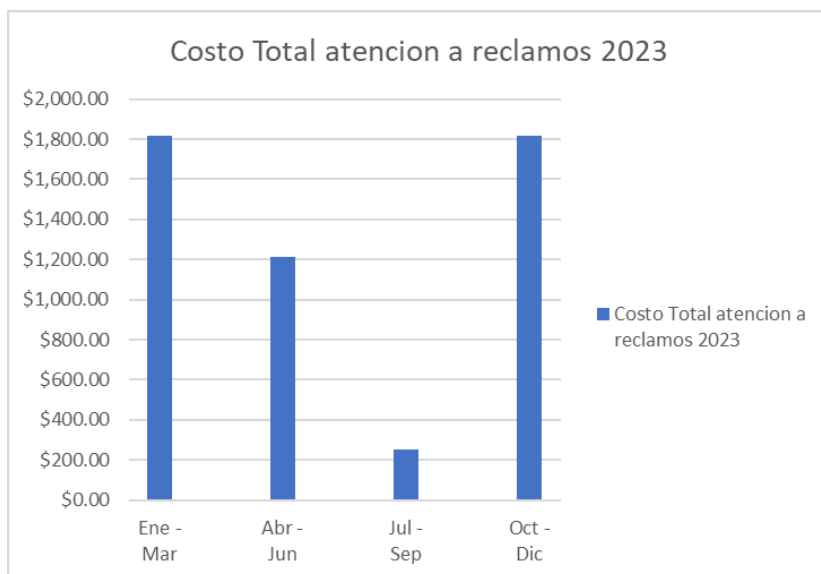
<b>COSTO POR ATENCION DE RECLAMOS 2023</b>									
<b>DATOS</b>									
<b>VARIABLES</b>	<b>Ene - Mar</b>		<b>Abr - Jun</b>		<b>Jul - Sep</b>		<b>Oct - Dic</b>		<b>ACUM.</b>
	<b>NR</b>	<b>CAR</b>	<b>NR</b>	<b>CAR</b>	<b>NR</b>	<b>CAR</b>	<b>NR</b>	<b>CAR</b>	
Lima/ Callao (CAR: 1)	1	\$250.00	1	\$250.00	1	\$250.00	0	\$0.00	\$750.00
Chincha (CAR2)	1	\$460.00	1	\$460.00	0	\$0.00	0	\$0.00	\$920.00
Chimbote (CAR3)	1	\$500.00	1	\$500.00	0	\$0.00	0	\$0.00	\$1,000.00
Piura (CAR 4)	1	\$605.31	0	\$0.00	0	\$0.00	3	\$1,815.93	\$2,421.24
<b>Costo Total</b>									
<b>atencion a</b>		\$1,815.31		\$1,210.00		\$250.00		\$1,815.93	\$5,091.24
<b>reclamos 2023</b>									

*Nota.* La Tabla se Resume los Reclamos Durante el Periodo 2023.

Los costos por atención de reclamos para el año 2023, con un total de 11 reclamos y un costo total de \$5,091.24. El costo más alto se registró en el primer trimestre con \$1,815.31 y en el último trimestre con \$1,815.93, mientras que el costo más bajo se registró en el tercer trimestre con \$250.00.

**Figura 25**

*Gráfica por Atención de Reclamos 2023.*



**Nota.** la gráfica representa los reclamos realizados en el 2023.

Se siguieron atendiendo los reclamos del diseño anterior hasta el segundo trimestre que sumaron 7 reclamos generando un costo de \$3 025,31 dólares, en tercer trimestre con las mejoras aplicadas disminuyendo los reclamos a uno con un costo de \$ 250,00 dólares. Ya en el último trimestre comprendido de octubre a diciembre con 3 reclamos, pero por la ubicación se generó un costo de \$1 815.93 dólares.

**Costo de Producción.**

La nueva estructura se calcula sumando los costos de materiales que en su mayoría es tubo que ayuda a minimizar los costos y también le da rigidez a la estructura, mano de obra, operación y corrección, y luego dividiendo por la cantidad de unidades producidas.

**Costo de Materiales.** Para calcular el costo de producción, es necesario conocer los materiales que se utilizan en la fabricación de la estructura de la máquina peladora de pota, la cual está completamente construida en acero inoxidable. La lista desglosada de materiales se encuentra en **Anexo 2.**

**Tabla 20**

*Costo de Materiales de la Nueva Estructura.*

COSTO DE MATERIAL				
ITENS	CANT	DESCRIPCION	COSTO UNT.	COSTO T.
1	4	TUBO CUADRADO DE 2" X 2"	\$ 48.00	\$ 192.00
2	1	TUBOCUADRADO 1 1/2" X 1 1/2	\$ 42.00	\$ 42.00
3	2	ANGULO 3/16" X 2" X 2"	\$ 60.00	\$ 120.00
4	1	OTROS		\$ 350.00
				\$ 704.00

*Nota:* Total de Material de Acero Inoxidable que Ingresa a la Nueva Estructura.

La estructura en cuestión tiene un costo de materiales de \$704,00 dólares, y se compone principalmente de tubos cuadrados y ángulos, que conforman su base estructural.

*Costo de mano de obra.* Se recalcula los nuevos costos de mano de obra relacionados con el tiempo de trabajo de cada estación, como son los soldadores, habilitador que se encarga de los cortes y destajes, maestranza solo perforaciones para la estructura, ayudante su tiempo esta empleada para apoyo de cada estación y traslados, por último, el supervisor de producción.

**Tabla 21**

*Costos de Mano de Obra de la Nueva Estructura.*

COSTO DE MANO DE OBRA				
	CANT	Hrs x Proc.	SUELDO MEN	COSTO TOTAL (\$)
SOLDADOR	2	16.34	S/ 2,000.00	\$ 38.51
HABILITADOR	2	10.36	S/ 1,500.00	\$ 18.31
AYUDANTE	2	10.78	S/ 1,025.00	\$ 13.02
MAESTRANZA	1	0.17	S/ 1,800.00	\$ 0.35
SUPERVISOR	1	0.17	S/ 2,800.00	\$ 0.55
TOTAL	8	54.63	S/ 9,125.00	\$ 70.73

*Nota.* Los Costos Relacionados a la Nueva Estructura de la Máquina Peladora de Pota.

**Cálculo de costo de producción total del 2023.**

Los costos involucrados durante la fabricación de la nueva estructura de la Máquina peladora de papa, para ello se realiza los cálculos del costo de producción.

**Tabla 22**

*Costos de Producción de la Nueva Estructura.*

$$\text{Fórmula: } CP = \frac{(CM + CMO + CO + CC)}{UP}$$

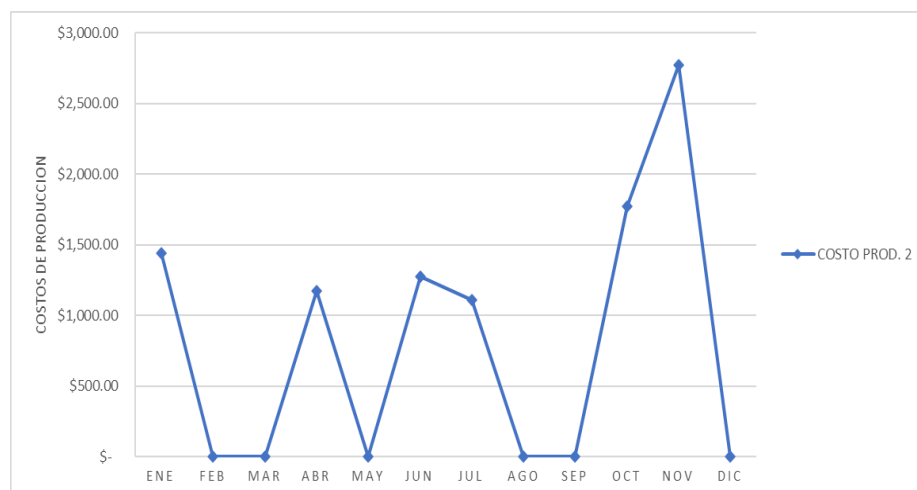
CP: Costo de producción  
 CM: Costo de materiales  
 CMO: Costo de mano de obra  
 CO: Costo de operación  
 CC: Costo de corrección  
 UP: Unidades producidas

COSTO DE PRODUCCION 2023													
DATOS													
VARIABLES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ACUM.
Costo de Material (CM)	\$ 2,112.00	\$ -	\$ -	\$ 3,520.00	\$ -	\$ 2,816.00	\$ 4,224.00	\$ -	\$ -	\$ 1,408.00	\$ 704.00	\$ -	\$14,784.00
Costo MO (CMO)	\$ 212.20	\$ -	\$ -	\$ 353.67	\$ -	\$ 282.93	\$ 424.40	\$ -	\$ -	\$ 141.47	\$ 70.73	\$ -	\$ 1,485.40
Costo Operaciones (CO)	\$ 1,500.00	\$ -	\$ -	\$ 1,500.00	\$ -	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ -	\$ -	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ -	\$ 9,000.00
Costo de Correccion (CC)	\$ 500.00	\$ -	\$ -	\$ 500.00	\$ -	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ -	\$ -	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ -	\$ 3,000.00
Unidades Producidas (UP)	3	0	0	5	0	4	6	0	0	2	1	\$ -	21
COSTO PROD.2	\$ 1,441.40	\$ -	\$ -	\$ 1,174.73	\$ -	\$ 1,274.73	\$ 1,108.07	\$ -	\$ -	\$ 1,774.73	\$ 2,774.73	\$ -	\$ 1,346.16

*Nota.* En la Tabla se Muestran los Costos Incurridos Durante el Periodo 2023.

**Figura 26**

*Gráfica de Costos de Producción 2023*



*Nota.* la gráfica representa los costos mensuales por fabricación de la estructura, al fabricar menos estructuras los costos de producción se elevan, a fabricar más los costos se reducen hasta cierto punto.

El costo promedio de producción promedio por unidad es de \$1 346,16 dólares, observan fluctuaciones según los materiales y mano de obra empleados.

### Verificar (Etapa 3)

En esta etapa de Verificar en la metodología PHVA se evalúa el impacto de las mejoras implementadas en la fabricación de la estructura de la máquina peladora de pota. Se comparan los resultados previos con los obtenidos después de los cambios para verificar si se alcanzaron los objetivos de reducción de costos, optimización del tiempo de producción y aumento de la productividad. Este análisis permite identificar áreas de mejora y confirmar la efectividad de las modificaciones, asegurando que el proceso de producción cumpla con los estándares de calidad y eficiencia.

### *Análisis Comparativo de Indicador de Productividad*

A continuación, se presenta la comparación de la productividad en la fabricación de la estructura para la máquina peladora de pota durante los años 2022 y 2023.

**Tabla 23**

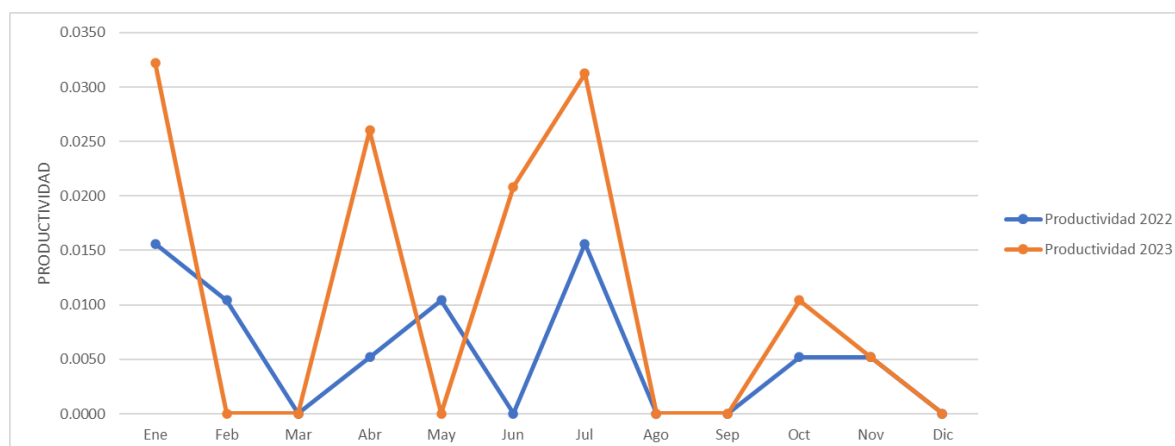
*Productividad 2022 - 2023*

Meses	Productividad 2022	Productividad 2023	
Ene	0.0156	0.0323	<b>Fórmula:</b>  $P = \frac{UP}{RU}$  $MEJORA P = \left( \frac{P_{2023} - P_{2022}}{P_{2022}} \right) \times 100$
Feb	0.0104	0.0000	
Mar	0.0000	0.0000	
Abr	0.0052	0.0260	
May	0.0104	0.0000	
Jun	0.0000	0.0208	
Jul	0.0156	0.0313	
Ago	0.0000	0.0000	
Sep	0.0000	0.0000	
Oct	0.0052	0.0104	
Nov	0.0052	0.0052	
Dic	0.0000	0.0000	
Productividad	0.0056	0.0095	<b>P:</b> <b>UP:</b> Unidades producidas <b>RU:</b> Recursos utilizados (tiempo, mano de obra, materiales)
% Mejora		<b>69%</b>	

*Nota.* La Tabla Describe los Resultados Comparativos de los Años 2022 y 2023.

**Figura 27**

*Productividad de los Años 2022 - 2023*



*Nota.* Representa los Avances en la Productividad Antes y Después de las implantaciones y mejoras.

En 2022, la productividad acumulada fue de 0.0056, mientras que en 2023 aumentó a 0.0095, lo que representa una mejora del 69%. En algunos meses, como abril y junio, se evidenció un notable incremento en la productividad, pasando de valores bajos o nulos en 2022 a valores más altos en 2023. No obstante, algunos meses no mostraron producción en ambos años. En general, los datos reflejan un avance en la eficiencia de la fabricación, atribuido a las mejoras implementadas en el proceso.

***Análisis comparativo de la capacidad de producción 2022 – 2023***

En la fabricación de la estructura para la Máquina peladora de papa muestra una mejora significativa en desempeño entre 2022 y 2023.

**Tabla 24**

*Cálculo de Capacidad Producción.*

	2022	2023
Tiempo de Ciclo (TC)	38.49	31.00
Hrs Disponibles	192	192
Capacidad de Produccion	5.00	7.00

*Nota.* La Tabla Representa los Cambios Entre procesos en Base del Tiempo de Ciclo, para

Calcular la Capacidad de Producción de la Línea.

Con la nueva estructura se eleva la capacidad de producción un 40% con respecto a la estructura del periodo 2022 en un turno normal de 8 horas diarias, permitiendo una mayor cantidad de unidades fabricadas dentro del mismo periodo de tiempo.

### *Análisis comparativo de Merma 2022 – 2023*

Se presenta la comparación en la gestión de merma después de la implementación del PHVA en la empresa TECMAQUIND SAC.

**Tabla 25**

*Comparativa de los Dos Periodos 2022 - 2023*

MERMA 2022 - 2023		
VARIABLES	2022	2023
Materia Prima (Kg) CIMP	2286.2	3321.4
Merma (Kg)	775.5	778.0
Reutilizable (Kg)	155.10	643.11
Desperdicio (Kg) (CM)	620.42	134.86
%Desperdicio (IM)	27%	4%
META	18%	5%

FORMULA:

$$AHORRO\ MERMA = \left( \frac{CM2022 - CM2023}{CM2022} \right) \times 100$$

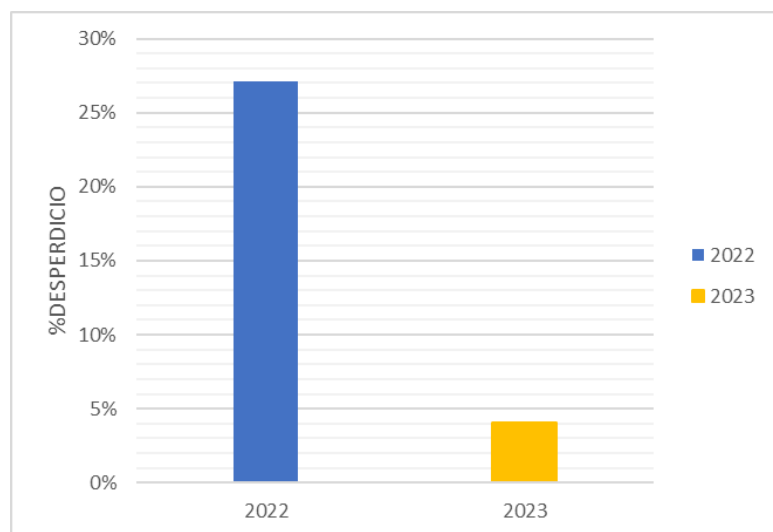
CM: Cantidad de Merma

AHORRO MERMA:	78%
---------------	-----

*Nota.* En la Tabla se Realiza la Comparativa del Antes y Después de la Implementación.

**Figura 28**

*Gráfico Comparativo de Porcentajes de Desperdicios o Merma no Reutilizables.*



*Nota.* Gráfica demuestra la reducción del 78% respecto al 2022.

La comparativa entre 2022 y 2023 muestra una mejora significativa en la gestión de la merma, con un aumento del 45% en la cantidad de materia prima utilizada y una reducción del 78% en el desperdicio, pasando del 27% en 2022 al 4% en 2023, superando la meta establecida del 5%.

### **Análisis Comparativo de los Costos por Atención de los Reclamos**

Se presenta comparación de los costos incurridos en la atención de reclamos del periodo 2022 y el 2023.

**Tabla 26**

#### *Comparación de los Costos por Atención de Reclamos 2022 - 2023*

COSTO RECLAMOS 2022 - 2023		
VARIABLES	DATOS	
	CTR 2022	CTR 2023
Reclamos	35	11
Lima/ Callao	\$3,250.00	\$750.00
Chincha	\$2,760.00	\$920.00
Chimbote	\$3,500.00	\$1,000.00
Piura	\$4,237.17	\$2,421.24
<b>CAR TOTAL</b>	<b>\$13,747.17</b>	<b>\$5,091.24</b>

FORMULA:

$$AHORRO CAR = \left( \frac{CAR_{2022} - CAR_{2023}}{CAR_{2022}} \right) \times 100$$

**CAR:** Costo de Atención de Reclamos

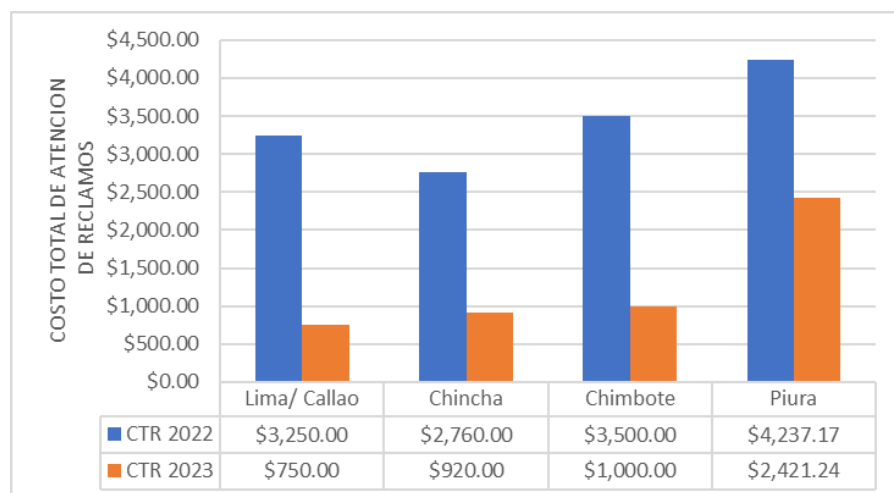
**CAR Total:** Costo de Atención de Reclamos Total

<b>AHORRO CAR</b>	<b>63%</b>
-------------------	------------

*Nota.* En la Tabla se Representa en Resumen de los Cálculos de Antes y Después de la Implementación.

**Figura 29**

#### *Comparación de Costo total en Atención de Reclamos.*



Nota. La Gráfica Representa la Reducción y los Costos de los Dos Periodos 2022 y 2023.

La comparativa entre 2022 y 2023 muestra una reducción significativa en los costos relacionados con la atención de reclamos, con un total de 35 reclamos en 2022 y solo 11 en 2023, lo que representa una disminución del 69% en el número de reclamos y un ahorro del 63% en el costo total, pasando de \$13,747.17 a \$5,091.24 para el año 2023.

### ***Análisis Comparativo de Costos de Fabricación 2022 – 2023***

A continuación, se muestra un análisis de los costos de producción para los años 2022 y 2023.

**Tabla 27**

*Costo Comparativo de Fabricación 2022 - 2023*

**Fórmula:**

$$\% \text{Ahorro CP} = \left( \frac{CP2022 + CP2023}{CP2022} \right) \times 100$$

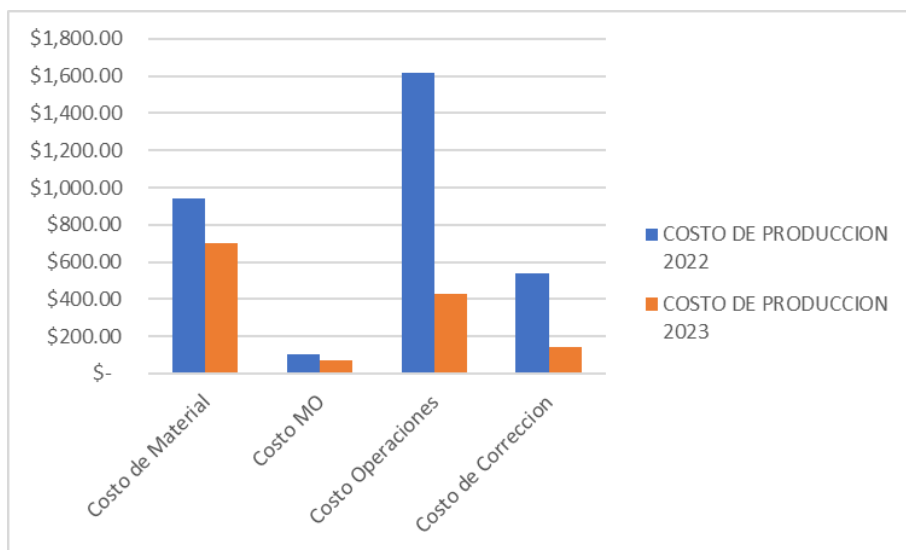
**CP:** Costo de producción

Descripción	COSTO DE PRODUCCION	
	2022	2023
Costo de Material (CM)	\$ 12,272.00	\$ 14,784.00
Costo MO (CMO)	\$ 1,337.17	\$ 1,485.40
Costo Operaciones (CO)	\$ 21,000.00	\$ 9,000.00
Costo de Correccion (CC)	\$ 6,996.00	\$ 3,000.00
Unidades Producidas (UP)	13	21
Costo x Unid. (CP)	\$ 3,200.40	\$ 1,346.16
Ahorro x Unid	58%	\$ 1,854.24

Nota. Representa la Comparación de Costos Incurridos En los Materiales, Costo Operativos, Mano Obra y Otros Costos Involucrados en la Fabricación de la Estructura.

Figura 30

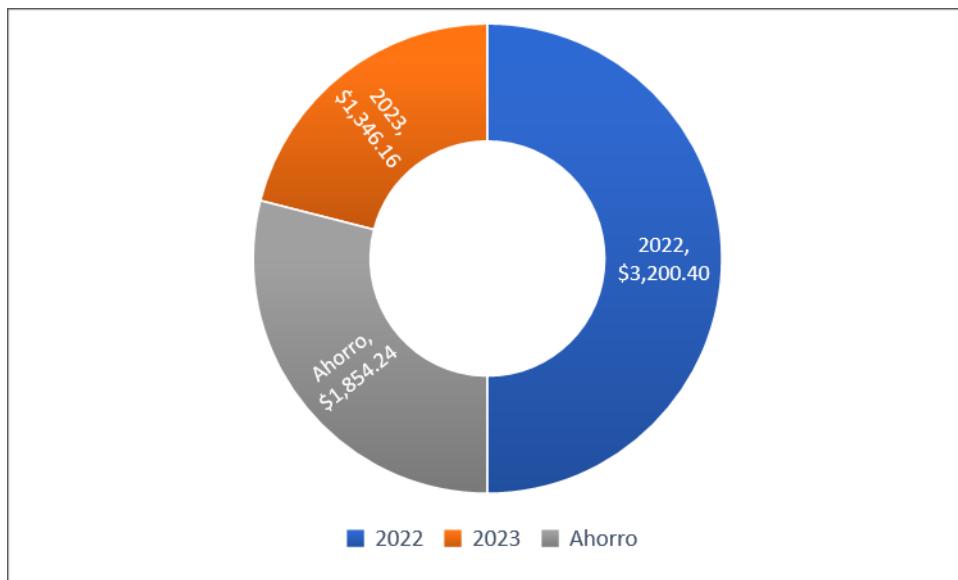
Costos Producción por Unidad



Nota. Gráfica Comparativa de los Costos de los dos modelos de Estructuras.

Figura 31

Comparación Gráfica de Costos de los Años 2022 - 2023.



Nota. La Gráfica Refleja los Costos Incurridos y el Ahorro en la Fabricación de la Estructura de los Años 2022 - 2023.

La comparativa entre los costos de producción por estructura de 2022 y 2023 muestra una reducción significativa del 58% en el costo total de producción, pasando de \$3 200,40 a

\$1 346,16 en 2023, lo que representa un ahorro de \$1 854.24 con respecto al 2022.

#### Actuar (Etapa 4)

En esta etapa de Actuar en la metodología PHVA, se lleva a cabo un análisis de cada una de las etapas anteriores y a la vez como fue el comportamiento de las acciones de mejoras aplicadas, esto garantizará que las propuestas de solución se lleven a cabo efectivamente planificadas. Para ello se debe implantar un grupo trabajo capacitados para analizar los procesos y ayuden a proponer mejoras en cada punto de la producción, para luego transmitirlo en otras etapas de producción. Para esto se tomaron en cuenta lo siguiente, la evaluación de la implementación del PHVA.

#### *Verificación de Cumplimiento de PHVA*

Este checklist comparativo muestra el progreso significativo en la implementación de las etapas del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) en la empresa. A continuación, se presentan los hallazgos clave:

#### Tabla 28

##### *Cumplimiento de las Etapas PHVA*

<b>Checklist Comparativo de Cumplimiento de las Etapas PHVA</b>				
<b>Etapa</b>	<b>Actividad/Tarea</b>	<b>Antes de la Implementación (Cumple Sí/No)</b>	<b>Después de la Implementación (Cumple Sí/No)</b>	<b>Observaciones/Comentarios</b>
<b>Planificar</b>	Definición de objetivos de mejora (reducción de costos, mejorar productividad, calidad, etc.)	NO	Sí	Los objetivos fueron claros desde el inicio, aunque no siempre alcanzados antes.
	Análisis de la situación actual (capacidad de producción, costos, tiempo de ciclo, etc.)	NO	Sí	Antes, no se realizaron análisis profundos; ahora, se tiene una base clara.
	Identificación de KPIs (Indicadores clave de rendimiento como productividad, costos, tiempos, calidad)	NO	Sí	Los KPIs no estaban definidos previamente; ahora se miden de manera sistemática.
	Planificación de recursos (humanos, materiales, equipos)	Sí	Sí	La planificación de recursos se ha mejorado con la implementación de mejoras.

Hacer	Rediseño de la máquina (modificación de estructura, materiales y dimensiones)	No	Sí	Antes no se había realizado un rediseño; ahora la máquina se adapta a nuevas necesidades.
	Implementación de nuevos procesos operacionales (mejoras en tiempos de ciclo, reducción de desperdicios)	No	Sí	Los procesos antes eran más largos e ineficientes; ahora se han optimizado.
	Capacitación del personal en nuevos procedimientos operacionales	NO	Sí	Antes no hubo capacitación formal, ahora el personal está capacitado.
	Adquisición e instalación de recursos necesarios (materiales, herramientas, equipos)	SI	Sí	Ahora se ha logrado asegurar los recursos necesarios para la fabricación.
Verificar	Evaluación de los resultados frente a los objetivos establecidos (comparación de resultados antes y después de las mejoras)	No	Sí	No se realizaba una evaluación sistemática antes; ahora se comparan resultados y se ajusta el proceso.
	Verificación de KPIs (productividad, costos, tiempos de ciclo, calidad)	No	Sí	Los KPIs no se verificaban antes; ahora se revisan mensualmente para asegurar mejoras.
Actuar	Implementación de acciones correctivas (ajustes en diseño, procesos o recursos si es necesario)	No	Sí	Antes no se tomaban acciones correctivas inmediatas; ahora se corrigen rápidamente.
	Mejora continua (ajustes posteriores para asegurar que el proceso se optimiza continuamente)	No	Sí	No se implementaba una mejora continua, ahora se trabaja constantemente para optimizar el proceso.
	Documentación y retroalimentación al equipo (documentación de resultados y feedback para mejorar el proceso)	No	Sí	La retroalimentación no se documentaba previamente; ahora se entrega feedback detallado al dpto. de producción
	<b>Cumplimiento</b>	<b>15%</b>	<b>100%</b>	se ha logrado tener una interacción entre áreas involucradas en los procesos de fabricación, haciendo de

*Nota.* Checklist del Cumplimiento de Cada Etapa del PHVA.

El cumplimiento global ha pasado del 15% al 100%, lo que indica un progreso significativo en la implementación del ciclo PHVA.

### ***Equipo trabajo PHVA.***

El éxito del ciclo de la PHVA depende de una colaboración eficaz entre todo el equipo, en la que cada uno desempeñe su papel importante, garantice que las acciones se evalúen y la evaluación constantemente en cada etapa. el grupo de trabajo deberá estar formado por:

**Líderes del proyecto.** Es el responsable de dirigir y coordinar cada proceso de las acciones de mejora de acuerdo con los objetivos planteados, como también mantener al equipo unido se encontrará encabezado de Branny Alfaro.

**Ingeniero de Proceso.** Va estar a cargo del área de ingeniería porque ellos analizaran, rediseñaran óptimamente cada proceso son los que cumplirán el rol de la etapa de Planificar y Hacer.

**Responsable de calidad.** Se centrará en que la estructura cumpla con los estándares requeridos, como también a lo largo de todo el ciclo de producción. Están a cargo de Verificar y Actuar. Se encontrará encabezado por Daniel Atagua.

**Personal Técnico y Operativo.** Son los que ejecutaran los cambios en los procesos y a la vez reportar los problemas que se observen o se encuentren en las vistas de plantas y durante la misma producción de la máquina.

**Responsables de Capacitación.** Va tener la función de programar y ejecutar las capacitaciones de los involucrados en la producción, como los procedimientos nuevos y las instalaciones de nuevos equipos implementadas durante el PHVA. Se encuentra a cargo de Branny Alfaro y Daniel Atagua.

**Gerente.** Es la que tomara las decisiones estratégicas, también serán el soporte para garantizar que vaya alineado a los objetivos de la organización y brindar los recursos necesarios para la implantación del PHVA.

### Desarrollo del objetivo específico 3.

**Tabla 29**

*Resumen cálculo de la mejora en la fabricación de estructura de máquina peladora de pota*

Item.	Indicadores	Formula	2022	2023	%Mejora	Descripción	Ubicación
1	Tiempo de Ciclo (TC)	$P = \sum T1 + T2 + T3 + \dots + Tn$	2309.14	1860.2	40%	se reducen los tiempos de fabricación de la estructura a comparación de la estructura anterior.	Tabla 9 (Pg. 62) - Tabla 16 (Pg. 75)
2	Capacidad de Fabricacion (CP)	$P = \frac{\text{Hrs disponibles}}{(\text{TC min} \times 60 \text{ min})}$	5.00	7.00	40%	en un turno normal de 8 hrs se puede producir hasta 7 unidades a comparación de la anterior estructura.	
3	Productividad	$P = \frac{UP}{RU}$	0.00564236	0.00952377	69%	se mejoró la productividad	Tabla 10 (Pg. 65) - Tabla 17 (Pg. 78)
4	Merma	$IM: \left( \frac{CM}{CIMP} \right) \times 100$	27%	4%	78%	Se genera un ahorro en los desperdicios de materiales	Tabla 11 (Pg. 66) - Tabla 18 (Pg. 79) - Tabla 25 (Pg. 86)
5	Costo por Atención a Reclamos	$ICR = CAR \times NR$	\$13,747.17	\$5,091.24	63%	se ha ahorrado 8 655.93 dolares	Tabla 12 (Pg. 68) - Tabla 19 (Pg. 80) - Tabla 26 (Pg. 87)
6	Costos Produccion	$CP = \frac{(CM + CMO + CO + CC)}{UP}$	\$3,200.40	\$1,346.16	58%	se ha ahorrado por cada estructura 1 854,24 dolares.	Tabla 14 (Pg. 70) - Tabla 22 (Pg. 83) - Tabla 27 (Pg. 88)
7	Ventas		13	21		Con las correcciones de los Problemas se Elevaron las ventas	Tabla 27 (Pg. 88)
8	Mano de obra		\$102.86	\$70.73	31%	Se redujo el personal involucrado en la fabricación de la estructura de 11 a 8 personas	

Nota. se realiza una tabla comparativa de los indicadores calculados y las mejoras que han generado.

Podemos confirmar que se han cumplido los objetivos trazados con respecto a la fabricación de la estructura de la máquina peladora de pota; ya que se mejoró significativamente el proceso de fabricación aumentando la productividad, reduciendo los tiempos de fabricación y los costos relacionados a ello.

### Desarrollo del objetivo específico 4

#### *Análisis económico de costo benéfico.*

La implementación de la metodología PHVA para mejora de fabricación de la estructura de la Máquina peladora de pota en la empresa TECMAQUIND SAC, en la etapa **Hacer**, tiene como Objetivo Evaluar si las acciones Implementadas son favorables para la empresa y si es viable continuar con las mejoras. Para detallar ello, es necesario analizar la rentabilidad de la

implementación y el beneficio que ha aportan. En primer lugar, detallaremos los costos involucrados a la implementación, para luego realizar un cálculo de costo beneficio. Este análisis permitirá tomar decisiones de la continuidad del proceso de mejora.

**Tabla 30**

*Costos de Implementación PHVA*

<b>Costos de Implementacion</b>	
<b>Costo de Mano de obra</b>	<b>S/ 7,000.00</b>
capacitacion del personal	S/ 1,000.00
desarrollo del plan de implementación	S/ 5,000.00
Tiempo dedicado por el personal para la implementación	S/ 1,000.00
<b>Costo de Materailes y equipos</b>	<b>S/ 11,010.00</b>
Proyector	S/ 280.00
Hojas	S/ 80.00
Utiles de Escritorio	S/ 420.00
Tinta para Impresora	S/ 230.00
Adquisición de equipos y herramientas	S/ 10,000.00
<b>costos de servicios</b>	<b>S/ 1,000.00</b>
Luz, agua	S/ 800.00
Internet	S/ 200.00
<b>Costo Total</b>	<b>S/ 19,010.00</b>

*Nota.* En la Tabla se Muestras los Costos Incurridos Durante la Implementación.

El costo de la implementación de la metodología PHVA tiene un costo de S/ 19 010,00 soles, donde se ha considerado los tiempos y personal a cargo de capacitación, la adquisición de equipos y materiales en general.

Para calcular el costo beneficio se encuentra calculado en base a los ahorros generados en la implementación de la estructura de la Máquina peladora de pota. La reducción del costo de producción se encuentra calculado en la tabla 27 y los ahorros por reclamos de los clientes se encuentra calculado en la tabla 26. Tomando en cuenta que son los puntos que general un mayor ahorro, se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 31**

*Resumen de Ahorros*

Tabla de Ahorro	
Reducción del costos de producción	S/ 1,854.00
reduccion de reclamos	S/ 32,805.97
<b>Total Beneficios</b>	<b>S/ 34,659.97</b>

*Nota.* se muestra los ahorros generados luego de la implementación del PHVA.

Se calcula el costo beneficio o el indicador de retorno de Rentabilidad (ROI).

$$ROI = \frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Costo Inversion}}$$

$$ROI = \frac{34\ 659,97}{19\ 010,00} = 1,82$$

Interpretación. Por cada sol invertido la empresa genera 1,82 soles, la inversión realizada ha generado un beneficio de 0,82 soles. Siendo superior a 1, nos demuestra que la implementación es beneficiosa y que se puede proseguir con las mejoras del ciclo.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Hemos logrado el objetivo general con mejoras en la fabricación de la estructura de la máquina peladora de pota en TECMAQUIND SAC, con la implementación de la metodología PHVA ha resultado ser un proceso altamente exitoso, cumpliendo con los objetivos planteados al inicio del proyecto. A lo largo de las distintas etapas del ciclo PHVA, se lograron avances significativos en la mejora de los procesos de producción en un 69% de productividad, la reducción de costos en un 58%, la mejora en la calidad a un 60% en base a los acabados y en el cumplimiento de la metodología de 15% a 100%. Las lecciones aprendidas permitieron ajustar y consolidar las acciones de mejora, asegurando la sostenibilidad de los resultados a largo plazo. En síntesis, La correcta aplicación de herramientas de análisis y la colaboración entre las diferentes áreas de la empresa fueron determinantes para lograr los objetivos establecidos. La implementación exitosa de este proyecto ha permitido a la empresa no solo optimizar la producción, sino también alcanzar un nuevo nivel de eficiencia operativa y satisfacción del cliente, consolidando una base sólida para futuras mejoras.

A continuación, desglosaremos los objetivos específicos y los resultados alcanzados en cada uno de ellos, los cuales han sido fundamentales para lograr el éxito del proyecto en su conjunto:

Conclusión del primer objetivo específico. En esta primera etapa del proyecto de implementación de la metodología PHVA en TECMAQUIND SAC, se establecieron los fundamentos para optimizar la fabricación de las estructuras de la máquina peladora de pota. Se realizó un análisis completo de los problemas identificados por los clientes y trabajadores, centrándose en las deficiencias estructurales que afectan el rendimiento de la máquina. A través del uso de herramientas como el diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, diagrama ABC y los 5 porqués, se detectaron como causas principales el diseño inadecuado, la falta de

estandarización de los procesos y la calibración deficiente, que juntos representan el 67% del impacto de los problemas. Con esta información y nuestra experiencia en gestión, se desarrolló un plan de mejora continua, con un enfoque claro en la optimización del diseño y la estandarización de los procesos. Este diagnóstico inicial, junto con un plan de acción proporciona una guía sólida para las fases siguientes del proyecto, orientadas a lograr una mejora sustancial en la producción y calidad de las máquinas peladoras de papa.

**Conclusión del segundo objetivo específico.** Como profesionales e implementadores de mejoras en la fabricación de la estructura de la máquina peladora de papa, utilizamos diversas competencias profesionales esenciales para el éxito del proyecto. Primero, la habilidad para analizar y diagnosticar procesos fue crucial para identificar oportunidades de mejora en la producción. Esta etapa detalla el proceso de fabricación de la estructura de la máquina peladora de papa en 2022 y 2023. En 2022, se utilizó acero inoxidable para garantizar durabilidad y resistencia, con un tiempo de fabricación de 38,5 horas por unidad y un costo de producción promedio de \$3,200.40. La productividad fue baja, con 5 unidades mensuales y una merma de 775,5 kg. En 2023, se rediseñó la estructura para optimizar tiempos y costos, reduciendo el tiempo de fabricación a 31 horas por unidad y el costo de producción a \$1,346.16. Además, la productividad mejoró, produciéndose 7 unidades mensuales en un turno normal de 8 horas, y la merma fue más eficiente, reutilizándose el 82%. También se redujeron significativamente los costos y reclamos, pasando de 35 reclamos en 2022 a 11 reclamos en 2023.

**Conclusión del tercer objetivo específico.** En esta etapa se analizó el cálculo de las mejoras implementadas en la fabricación de la máquina peladora de papa, mediante la metodología PHVA, estas nos mostraron impactos positivos entre 2022 y 2023. La productividad aumentó un 69%, la capacidad de producción creció un 40%, y la gestión de la merma se optimizó, logrando una reducción del 78% en el desperdicio. Los costos por reclamos disminuyeron un 63%, mientras que los costos de producción por unidad se redujeron en un

58%, generando un ahorro de \$1,854.24. Se Coordinó el rediseño de la estructura y la implementación de cambios en los procesos de producción, enfocándonos en la optimización de recursos y la reducción de desperdicios. Esto permitió una disminución de los costos de producción y un aumento en la productividad. Trabajamos en estrecha colaboración con los equipos de ingeniería y producción para asegurarnos de que los cambios fueran apropiados y eficaces. Además, el análisis de datos y la toma de decisiones informadas fueron esenciales para evaluar los resultados y ajustar las estrategias, alcanzando los objetivos de eficiencia y calidad planteados.

**Conclusión del cuarto objetivo específico.** se realizó un análisis de **costo-beneficio**, se alcanzó un valor de 1,82, lo que demuestra que el proyecto fue rentable y beneficioso. Por cada sol invertido en las mejoras, se obtuvo un retorno de 0,82 soles, validando que las inversiones realizadas generaron un impacto positivo en la rentabilidad de la empresa. Estos resultados confirman la efectividad de las medidas adoptadas en la primera etapa de la fabricación de la máquina peladora de pota.

### **Recomendaciones**

Una recomendación clave, resaltando lo aprendidas durante esta etapa del proyecto y el trabajo colaborativo entre los equipos, es enfocar los esfuerzos en la estandarización de los procesos de fabricación y en la mejora continua del diseño de la máquina peladora de pota. A través de la identificación de deficiencias estructurales y procesos inconsistentes que afectaban el rendimiento, se concluye que es esencial establecer procedimientos estandarizados que garanticen la calidad y consistencia en todas las fases de producción. De manera conjunta, se debe seguir optimizando el diseño de la máquina, ajustándolo a las necesidades y observaciones de los usuarios, para evitar problemas recurrentes. La utilización de herramientas de análisis, como el diagrama de Ishikawa y los 5 porqués, debe mantenerse como una práctica clave en el diagnóstico de las causas raíz, permitiendo que cada fase del proyecto se enfoque en resolver los problemas de manera eficiente. Esta orientación hacia la mejora continua y la colaboración entre los equipos será fundamental para alcanzar los objetivos de calidad y eficiencia en la producción de las máquinas peladoras de pota.

Una segunda recomendación, es continuar enfocándose en la optimización de los procesos de fabricación a través de un análisis constante de los recursos utilizados y el tiempo de producción. Aunque el rediseño de la estructura de la máquina peladora de pota ya ha mostrado mejoras significativas, es esencial seguir buscando oportunidades para reducir aún más los tiempos de fabricación y costos, manteniendo la calidad y durabilidad del producto. Además, la eficiencia en la gestión de la merma debe ser una prioridad constante, implementando prácticas de reutilización más avanzadas y evaluando nuevas tecnologías o métodos que puedan incrementar la eficiencia. La reducción de los costos de producción y la mejora en la satisfacción del cliente, evidenciada por la disminución de los reclamos, demuestra la importancia de seguir aplicando un enfoque sistemático para la mejora continua, lo que

garantiza que la producción se mantenga competitiva y cumpla con los estándares de calidad a largo plazo.

Por último, se recomienda, continuar aplicando y fortaleciendo la metodología PHVA para garantizar la mejora continua en la fabricación de la estructura de la máquina peladora de papa. Los resultados positivos obtenidos, como el aumento de la productividad, la reducción de costos y la optimización de la merma, evidencian la importancia de mantener un enfoque sistemático en la revisión y ajuste de procesos. Es fundamental seguir promoviendo la colaboración entre los equipos de ingeniería, producción, gestión de proyectos y la parte administrativa para asegurando que cada cambio sea eficaz y alineado con los objetivos de eficiencia y calidad. Además, se debe continuar con el análisis de datos, la toma de decisiones basadas en hechos, ya que esto permitirá identificar rápidamente áreas de mejora en la cual contribuirá a sostener y ampliar los logros alcanzados en términos de productividad, costos y calidad en el futuro.

## REFERENCIAS

- Barnes, R. M. (1980). *Motion and time study: Design and measurement of work* (7th ed.).
- Boothroyd, G. (2002). *Product design for manufacture and assembly* (2nd ed.).
- Cachón, A. (2016). *Gestión de inventarios: Estrategias y modelos*. Editorial Universitaria.
- Chiluiza Yanchatipan, K. G., & Rodriguez Chicaiza, V. H. (2022) *Implementación de la metodología PHVA y 9`S, como mejora continua del proceso de producción wet blue en la empresa Servicueros SA* [Tesis grado, Escuela Superior Politécnica de Chimboraza de Ecuador]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16304>
- Condor Ojeda, J. P. L., & Gutiérrez Norabuena, R. H. (2024) *Aplicación del ciclo PHVA y el control estadístico para reducir la cantidad de productos no conformes en el proceso de soldadura de plataforma metálica para módulos integrales* [Tesis grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas de Lima]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/675291>
- Chong, K. S. (2013). *Inventory management and classification: A case study*. *International Journal of Operations & Production Management*, 33(2), 144-158. <https://doi.org/10.1108/01409171311223052>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2019). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation* (7th ed.). Pearson.
- Diaz Garcia, D. (2018) *Aplicación del ciclo PHVA para incrementar la productividad del área de soldadura de la empresa metal mecánica Comeco SAC 2017* [Tesis de Grado, Universidad Cesar Vallejo de Lima]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/20774>
- Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis*. Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study.
- Gitlow, H. S., Oppenheim, A. J. y Oppenheim, R. (2013). *Quality management: Theory and*

- application (3ra ed.). Pearson.
- Gilbreth, F. B. (1917). *Applied motion study*. Sturgis & Walton Company.
- Gomez Valdez, L. E. (2020) *El efecto de la mejora continua en la productividad y la calidad, de la empresa PSF: Línea H12* [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Baja California de México]. <https://hdl.handle.net/20.500.12930/2713>
- González, M. (2021). El impacto de los reclamos en los costos operativos de una empresa. *Revista de Administración de Empresas*, 22(3), 45-60.
- González, M. J., & Gómez, S. (2011). La gestión de inventarios en la pequeña y mediana empresa. *Revista Internacional de Gestión Empresarial*, 5(1), 87-98.
- Hervacio Venturo, J. O. (2019) *Diagnóstico y mejora del proceso de producción en el área de mecanizado de cocinas domesticas a gas, en una empresa metalmecánica aplicado la metodología PHVA* [Tesis grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos de Lima].  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNMS\\_cb1487e971cb390baee433015323305a](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNMS_cb1487e971cb390baee433015323305a)
- Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2011). *Factory physics* (3rd ed.). Waveland Press.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (12th ed.). Pearson.
- Kanawaty, G. (1992). *Introduction to work study* (4th ed.). International Labour Office.
- Loreto Bravo, J. L. G., & Paucar Zuñiga, L. C. (2023) *Implementación del PHVA para incrementar la productividad en el área de producción de una empresa de metal mecánica, Lurín 2023* [Tesis Grado, Universidad Cesar Vallejo de Lima].  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV\\_7486bcc0283badf78c3c2ef265c0f350/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_7486bcc0283badf78c3c2ef265c0f350/Details)
- Moyon Moyon, L. M., & Llamuca Llanga, J. P. (2019) *Implementación de la metodología*

*PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) para incrementar la productividad en la línea de producción de cascos de seguridad de usos industrial en la empresa Halley Corporación.* [Tesis Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de Ecuador].  
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/13527>

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2008). *Methods, standards, and work design* (12th ed.). McGraw-Hill.

Rosas Encarnación, J. R. (2019) *Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la productividad en el área de producción de pintado automotriz de la empresa FAMTRES EIRL Rímac - 2019* [Tesis grado, Universidad Cesar Vallejo].  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74612>

Rojas Cabrera, K. D. (2020) *Implementación del ciclo PHVA en la producción y colocación de capas de rodadura tipo MDC* [Tesis grado, Universidad Militar Nueva Granada de Colombia]. <https://repository.unimilitar.edu.co/server/api/core/bitstreams/914d33f0-35e2-4e0d-bc87-90735db2a64d/content>

## ANEXOS

### Anexo N° 1. Lista de Material de la Estructura de la Máquina Peladora de Pota 2022.

LISTA DE MATERIALES					
ITENS	CANT	L MAQ.	DESCRIPCION	LONG.	LONG. T.
1	2	ESTR. GEN.	TUBO CUADRADO DE 50 MM X 100 MM	1188.00 mm	2376.00 mm
2	6		TUBO CUADRADO DE 50 MM X 100 MM	940.00 mm	5640.00 mm
<b>TOTAL MM</b>					<b>8016.00 mm</b>
<b>CANT. TUBOS</b>					<b>2.00 Und</b>

LISTA DE MATERIALES						
ITENS	CANT	L MAQ.	DESCRIPCION	LONG.	LONG. T.	
3	2	ESTR. CENTRAL	ANGULO 3/16" X 2" X 2"	1055.00 mm	2110.00 mm	
4	1		ANGULO 3/16" X 2" X 2"	718.00 mm	718.00 mm	
5	2		ANGULO 3/16" X 2" X 2"	653.00 mm	1306.00 mm	
6	2		ANGULO 3/16" X 2" X 2"	610.00 mm	1220.00 mm	
7	2		ANGULO 3/16" X 2" X 2"	604.00 mm	1208.00 mm	
8	4		ANGULO 3/16" X 2" X 2"	560.00 mm	2240.00 mm	
9	2		ANGULO 3/16" X 2" X 2"	452.00 mm	904.00 mm	
10	4		ANGULO 3/16" X 2" X 2"	450.00 mm	1800.00 mm	
11	2		ANGULO 3/16" X 2" X 2"	364.00 mm	728.00 mm	
12	2		ANGULO 3/16" X 2" X 2"	231.00 mm	462.00 mm	
13	4		ANGULO 3/16" X 2" X 2"	103.00 mm	412.00 mm	
<b>TOTAL MM</b>					<b>13108.00 mm</b>	
<b>CANT. ANGULO 3/16" X 2" X 2"</b>					<b>3.00 Und</b>	

LISTA DE MATERIALES						
ITENS	CANT	L MAQ.	DESCRIPCION	LONG.	LONG. T.	
3	2	ESTR. CENTRAL	ANGULO 3/16" X 1 1/2" X 1 1/2"	884.00 mm	1768.00 mm	
4	1		ANGULO 3/16" X 1 1/2" X 1 1/2"	878.00 mm	878.00 mm	
5	2		ANGULO 3/16" X 1 1/2" X 1 1/2"	732.00 mm	1464.00 mm	
6	8		ANGULO 3/16" X 1 1/2" X 1 1/2"	600.00 mm	4800.00 mm	
7	2		ANGULO 3/16" X 1 1/2" X 1 1/2"	365.00 mm	730.00 mm	
8	4		ANGULO 3/16" X 1 1/2" X 1 1/2"	300.00 mm	1200.00 mm	
9	2		ANGULO 3/16" X 1 1/2" X 1 1/2"	293.00 mm	586.00 mm	
10	4		ANGULO 3/16" X 1 1/2" X 1 1/2"	209.00 mm	836.00 mm	
11	2		ANGULO 3/16" X 1 1/2" X 1 1/2"	200.00 mm	400.00 mm	
12	2		ANGULO 3/16" X 1 1/2" X 1 1/2"	197.00 mm	394.00 mm	
13	4		ANGULO 3/16" X 1 1/2" X 1 1/2"	147.00 mm	588.00 mm	
<b>TOTAL MM</b>					<b>13644.00 mm</b>	
<b>CANT. ANGULO 1 1/2"</b>					<b>3.00 Und</b>	

LISTA DE MATERIALES					
ITENS	CANT	L MAQ.	DESCRIPCION	LONG.	LONG. T.
24	8		PLATINA 1/4" X 2"	51.00 mm	408.00 mm
27	2		PLANCHA 1/2" X 3"	140.00 mm	280.00 mm
28	2		BARRA Ø 5/8"	710.00 mm	1420.00 mm

<b>COSTO DE MATERIAL</b>				
<b>ITENS</b>	<b>CANT</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>COSTO UNT.</b>	<b>COSTO T.</b>
1	2	TUBO CUADRADO DE 50 MM X 100 MM	\$ 72.00	\$ 144.00
2	3	ANGULO 3/16" X 2" X 2"	\$ 90.00	\$ 270.00
3	3	ANGULO 3/16" X 1 1/2" X 1 1/2"	\$ 60.00	\$ 180.00
4	1	OTROS		\$ 350.00
				\$ 944.00

**Anexo N° 2.** Lista de Material de la Estructura de la Máquina Peladora de Pota 2023.

LISTA DE MATERIALES					
ITENS	CANT	L MAQ.	DESCRIPCION	LONG.	LONG. T.
1	2	ESTR. CENTRAL	TUBO CUADRADO DE 2" X 2"	1300.00 mm	2600.00 mm
2	6		TUBO CUADRADO DE 2" X 2"	596.00 mm	3576.00 mm
3	2		TUBO CUADRADO DE 2" X 2"	552.00 mm	1104.00 mm
4	6		TUBO CUADRADO DE 2" X 2"	450.00 mm	2700.00 mm
5	2		TUBO CUADRADO DE 2" X 2"	861.00 mm	1722.00 mm
6	4		ESTR. LATERAL	TUBO CUADRADO DE 2" X 2"	810.00 mm
7	2	TUBO CUADRADO DE 2" X 2"		759.00 mm	1518.00 mm
8	4	TUBO CUADRADO DE 2" X 2"		428.00 mm	1712.00 mm
9	4	TUBO CUADRADO DE 2" X 2"		358.00 mm	1432.00 mm
10	8	TUBO CUADRADO DE 2" X 2"		350.00 mm	2800.00 mm
11	2		TUBO CUADRADO DE 2" X 2"	256.00 mm	512.00 mm
<b>TOTAL MM</b>					<b>22916.00 mm</b>
<b>CANT. TUBOS</b>					<b>4.00 Und</b>

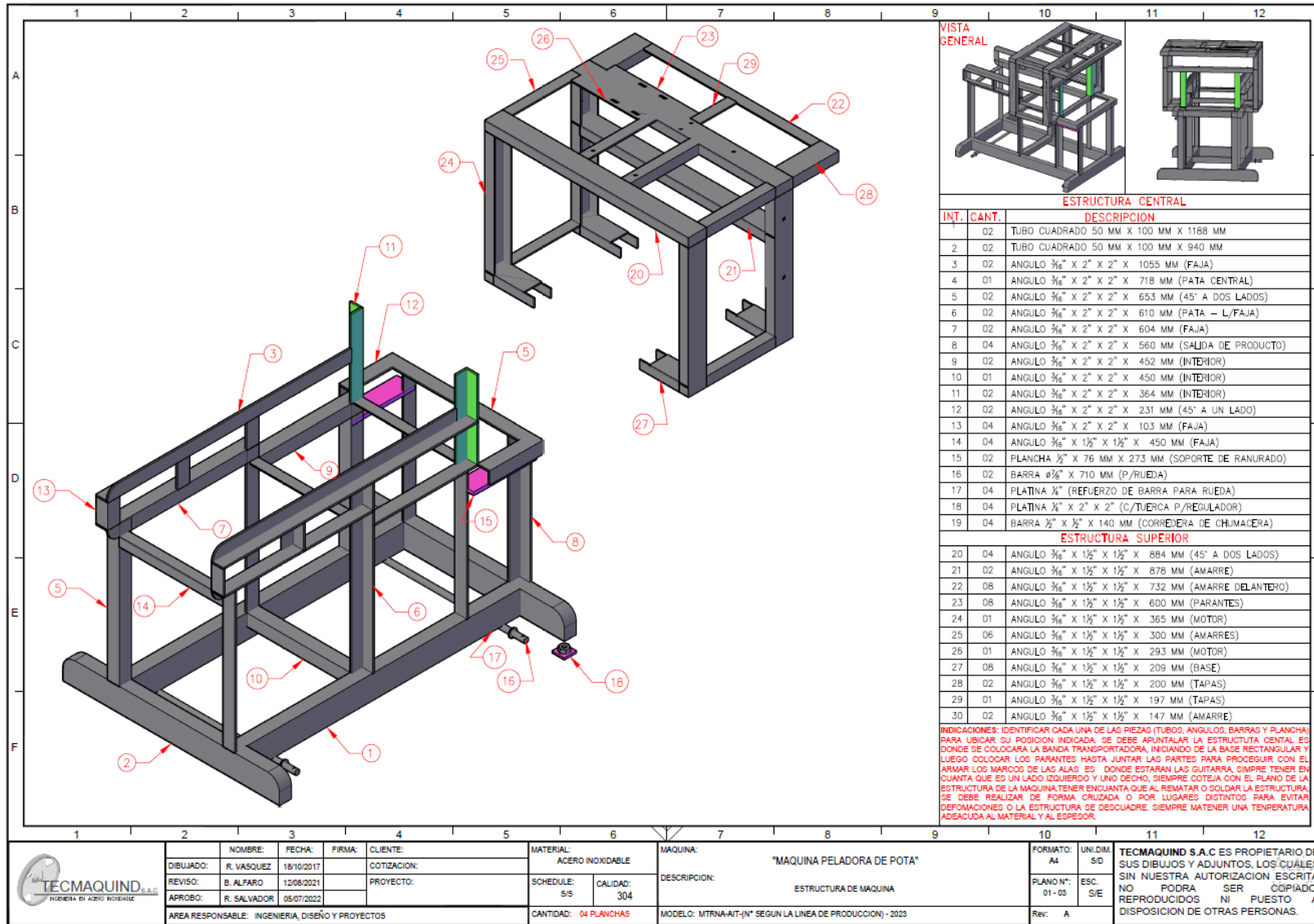
LISTA DE MATERIALES					
ITENS	CANT	L MAQ.	DESCRIPCION	LONG.	LONG. T.
12	2	EST. C.	TUBOCUADRADO 1 1/2" X 1 1/2	775.00 mm	1550.00 mm
13	2		TUBOCUADRADO 1 1/2" X 1 1/2	508.00 mm	1016.00 mm
14	1		TUBOCUADRADO 1 1/2" X 1 1/2	450.00 mm	450.00 mm
15	1		TUBOCUADRADO 1 1/2" X 1 1/2	300.00 mm	300.00 mm
<b>TOTAL MM</b>					<b>3316.00 mm</b>
<b>CANT. TUBOS</b>					<b>1.00 Und</b>

LISTA DE MATERIALES					
ITENS	CANT	L MAQ.	DESCRIPCION	LONG.	LONG. T.
15	1	ESTR. CENTRAL	ANGULO 3/16" X 2" X 2"	692.00 mm	692.00 mm
16	1		ANGULO 3/16" X 2" X 2"	600.00 mm	600.00 mm
17	2		ANGULO 3/16" X 2" X 2"	502.00 mm	1004.00 mm
18	2		ANGULO 3/16" X 2" X 2"	450.00 mm	900.00 mm
19	2		ANGULO 3/16" X 2" X 2"	250.00 mm	500.00 mm
20	2		ANGULO 3/16" X 2" X 2"	135.00 mm	270.00 mm
21	2	ESTR. L.	ANGULO 3/16" X 2" X 2"	350.00 mm	700.00 mm
22	2		ANGULO 3/16" X 2" X 2"	824.00 mm	1648.00 mm
23	2		ANGULO 3/16" X 2" X 2"	256.00 mm	512.00 mm
<b>TOTAL MM</b>					<b>6826.00 mm</b>
<b>CANT. ANGULO 3/16" X 2" X 2"</b>					<b>2.00 Und</b>

LISTA DE MATERIALES					
ITENS	CANT	L MAQ.	DESCRIPCION	LONG.	LONG. T.
24	8		PLATINA 1/4" X 2"	51.00 mm	408.00 mm
25	1		PLATINA 1/4" X 150 MM	206.00 mm	206.00 mm
26	1		PLATINA 1/4" X 2 1/4"	58.00 mm	58.00 mm
27	2		PLANCHA 1/2" X 3"	116.00 mm	232.00 mm
28	2		BARRA Ø 5/8"	710.00 mm	1420.00 mm

COSTO DE MATERIAL				
ITENS	CANT	DESCRIPCION	COSTO UNT.	COSTO T.
1	4	TUBO CUADRADO DE 2" X 2"	\$ 48.00	\$ 192.00
2	1	TUBOCUADRADO 1 1/2" X 1 1/2"	\$ 42.00	\$ 42.00
3	2	ANGULO 3/16" X 2" X 2"	\$ 60.00	\$ 120.00
4	1	OTROS		\$ 350.00
				\$ 704.00

### Anexo N° 3. Plano de Ubicación de Ángulos y Canales de la Estructura Peladora 2022.

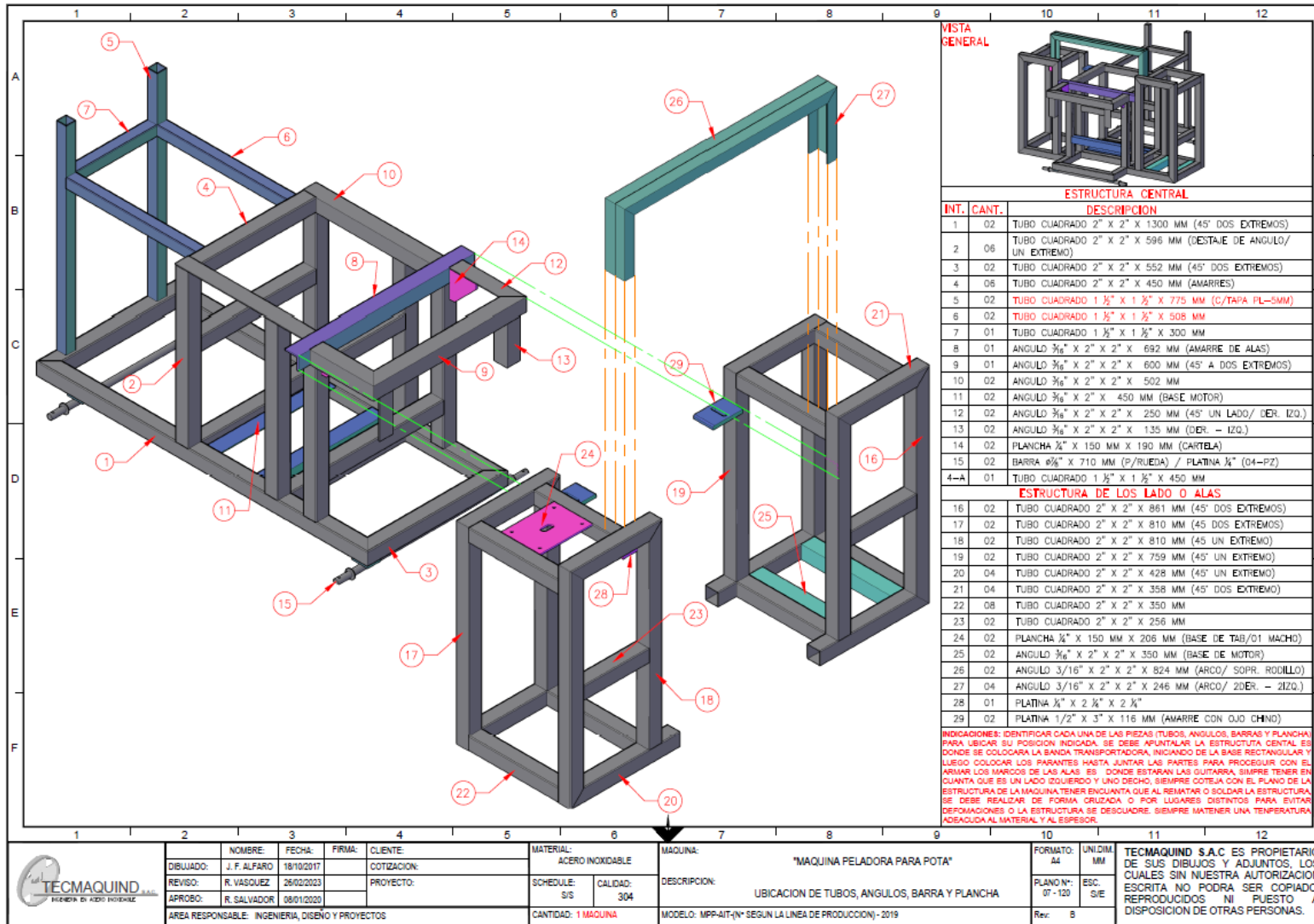


NOMBRE:	FECHA:	FIRMA:	CLIENTE:
DIBUJADO: R. VASQUEZ	18/10/2017		COTIZACION:
REVISO: B. ALFARO	12/08/2021		PROYECTO:
APROBO: R. SALVADOR	05/07/2022		
AREA RESPONSABLE: INGENIERIA, DISEÑO Y PROYECTOS			

MATERIAL:	MAQUINA:
ACERO INOXIDABLE	"MAQUINA PELADORA DE POTA"
SCHEDULE: S/S	DESCRIPCION:
CALIDAD: 304	ESTRUCTURA DE MAQUINA
CANTIDAD: 04 PLANCHAS	MODELO: MTRNA-AT-(N° SEGUN LA LINEA DE PRODUCCION) - 2023

FORMATO:	UNI. DIM.	TECMAQUIND S.A.S. ES PROPIETARIO DE SUS DIBUJOS Y ADJUNTOS, LOS CUALES SIN NUESTRA AUTORIZACION ESCRITA NO PODRA SER COPIADO, REPRODUCIDOS NI PUESTO A DISPOSICION DE OTRAS PERSONAS.
A4	SD	
PLANO N°: 01-03	ESC. S/E	
Rev: A		

Anexo N° 4. Plano de Ubicación de Tubos, Ángulos y Canales de la Estructura Peladora 2023.



Anexo N° 5. Fotografía de la Máquina Peladora de Pota Modelo 2022.



Anexo N° 6. Fotografía de la Máquina Peladora de Pota Modelo 2023.



Anexo N° 7. Formato para Evaluación de Máquina.

		<b>FORMATO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE MAQUINARIA</b>				Código:
						Versión:
						Fecha:
EMPRESA:				AUTORIZACION	NOMBRE	
LUGAR DE TRABAJO:		FECHA:		RESPONSABLE DEL TRABAJO		
MAQUINA		HORA:		SUPERVISOR		
DATOS DE MAQUINA						
INT	REVICIONES EFECTUADAS	B	R	M	N.A.	OBSERVACIONES
1	ALINIAMIENTO DE POLEAS					
2	CALIBRACION DE CUCHILLAS					
3	CALIBRACION DE RODILLO VULCANIZADO					
4	CALIBRACION DE SISTEMA DE TRANSMISION					
5	CAMBIO DE PIEDRA AL AFILADOR					
6	CAMBIO DE BANDA TRANSPORTADORA					
7	CAMBIO DE GUIA DE CUCHILLA					
8	REGULAR ALTURA DE BASES Y CORTES					
DESCRIPCIONES DEL TRABAJO REALIZADO						
REPUESTOS O PARTES						
1	_____	7	_____			
2	_____	8	_____			
3	_____	9	_____			
4	_____	10	_____			
5	_____	11	_____			
6	_____	12	_____			
OTRAS PARTES: _____						
ESTADO DEL EQUIPO O MAQUINA						
<input type="checkbox"/> FUNCIONAMIENTO CORRECTAMENTE		<input type="checkbox"/> FUERA DE SERVICIO		<input type="checkbox"/> PENDIENTE A REPUESTOS		
_____ FIRMA DE RESPONSABLE DE MANT.				_____ FRIMA DE JEFE PRODUCCION DE PLANTA		