

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS PARA  
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE  
PRODUCCIÓN DE POLEAS DE LA EMPRESA  
TECMAQUIND SAC, AÑO 2022”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título

profesional de:

Ingeniera Industrial

## **Autores:**

Leticia Aracely Alfaro Ayala

Janka Pamela Ortiz Ostos

Asesor:

Mg. Ing. Juan Alejandro Ortega Saco

<https://orcid.org/0000-0001-8777-1665>

Lima - Perú

2023

## INFORME DE SIMILITUD

### Trabajo Suficiencia

---

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

---

**0**%

INDICE DE SIMILITUD

**0**%

FUENTES DE INTERNET

**0**%

PUBLICACIONES

**0**%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

#### FUENTES PRIMARIAS

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

## DEDICATORIA

LETICIA: Este proyecto se lo dedico a DIOS, mis amados abuelos OLGA Y POLICARPO, mis amados padres GLORIA Y JOSE, mis queridos hermanos, mis mejores amigos y docentes por confiar y estar siempre con conmigo mostrándome su apoyo incondicional estando plenamente seguros de que culminaría satisfactoriamente esta etapa de mi carrera profesional. De no ser por su amor, su incondicional apoyo y colaboración nunca hubiese logrado uno de los mejores triunfos de mi vida.

JANKA: Este proyecto se lo dedico a mi madre Lidia Ostos, quién no se encuentra físicamente a mi lado, persona quién me forjó a ser una mujer perseverante y resiliente frente a las adversidades de la vida, también a mi padre Marino Ortiz por sus palabras de fortaleza y apoyo constante que fueron de motivación para el cumplimiento de mis logros y metas.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecemos a DIOS, nuestros padres, amigos, docentes y personas cercanas que de un modo u otro lograron darnos su aporte para que hoy por hoy estemos a punto de lograr una de las metas más importantes de nuestras vidas.

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INFORME DE SIMILITUD .....</b>                        | <b>2</b>  |
| <b>DEDICATORIA .....</b>                                 | <b>3</b>  |
| <b>AGRADECIMIENTO .....</b>                              | <b>4</b>  |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>                             | <b>6</b>  |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>                            | <b>7</b>  |
| <b>ÍNDICE DE GRAFICAS .....</b>                          | <b>8</b>  |
| <b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>                           | <b>9</b>  |
| <b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>                     | <b>10</b> |
| <b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>                  | <b>14</b> |
| <b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....</b> | <b>23</b> |
| <b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>                     | <b>60</b> |
| <b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>  | <b>69</b> |
| <b>REFERENCIAS.....</b>                                  | <b>71</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                       | <b>75</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Tabla1. Participación en el PBI manufactura de metal .....</i>                         | <i>11</i> |
| <i>Tabla2. Principales productos de fabricación de la empresa .....</i>                   | <i>28</i> |
| <i>Tabla3. Principales productos de fabricación de la empresa .....</i>                   | <i>29</i> |
| <i>Tabla4. Datos técnicos .....</i>                                                       | <i>30</i> |
| <i>Tabla5. Calificación de criterios.....</i>                                             | <i>36</i> |
| <i>Tabla6. Calificación de problema escala de 1-5.....</i>                                | <i>37</i> |
| <i>Tabla7. Técnica de Interrogatorio Sistemático (TIS) – Preguntas Preliminares. ....</i> | <i>40</i> |
| <i>Tabla8. Técnica de Interrogatorio Sistemático (TIS) – Preguntas de Fondo.....</i>      | <i>41</i> |
| <i>Tabla9. Cuadro comparativo de metodologías .....</i>                                   | <i>42</i> |
| <i>Tabla10. Fases del ciclo Deming, aplicado en la empresa TECMAQUIND SAC.....</i>        | <i>43</i> |
| <i>Tabla11. Resumen de actividades .....</i>                                              | <i>46</i> |
| <i>Tabla12. Tiempos de bocina .....</i>                                                   | <i>47</i> |
| <i>Tabla13. Tiempos de disco .....</i>                                                    | <i>48</i> |
| <i>Tabla14. Tiempos de Aro .....</i>                                                      | <i>49</i> |
| <i>Tabla15. Tiempo estándar de la producción de poleas. ....</i>                          | <i>50</i> |
| <i>Tabla16. Datos históricos.....</i>                                                     | <i>50</i> |
| <i>Tabla17. Costos de producción actual.....</i>                                          | <i>52</i> |
| <i>Tabla18. Resumen de actividades .....</i>                                              | <i>54</i> |
| <i>Tabla19. Tiempos de bocina .....</i>                                                   | <i>55</i> |
| <i>Tabla20. Tiempos de Aro .....</i>                                                      | <i>56</i> |
| <i>Tabla21. Tiempo estándar de la producción de poleas. ....</i>                          | <i>57</i> |
| <i>Tabla22. Datos después de la mejora.....</i>                                           | <i>57</i> |
| <i>Tabla23. Costos de producción unitario mejorado .....</i>                              | <i>59</i> |
| <i>Tabla24. Check list.....</i>                                                           | <i>60</i> |
| <i>Tabla25. Costos iniciales.....</i>                                                     | <i>65</i> |
| <i>Tabla26. Costos mejorados .....</i>                                                    | <i>65</i> |
| <i>Tabla27. Ahorro con la implementación.....</i>                                         | <i>66</i> |
| <i>Tabla28. Inversión la implementación .....</i>                                         | <i>66</i> |

**ÍNDICE DE FIGURAS**

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 1. Mapa de localización de TECMAQUIND SAC .....</b>        | <b>24</b> |
| <b>Figura 2. Estructura piramidal de valores en la empresa .....</b> | <b>25</b> |
| <b>Figura 3. Organigrama de la empresa TECMAQUIND SAC. ....</b>      | <b>26</b> |
| <b>Figura 4. Mapa de procesos de la empresa TECMAQUIND .....</b>     | <b>27</b> |
| <b>Figura 5. Diseño de polea .....</b>                               | <b>30</b> |
| <b>Figura 6. Despiece de polea .....</b>                             | <b>30</b> |
| <b>Figura 7. Poleas en acero inoxidable .....</b>                    | <b>30</b> |
| <b>Figura 8. Barra de 2” .....</b>                                   | <b>31</b> |
| <b>Figura 9. Disco de acero inox. ....</b>                           | <b>31</b> |
| <b>Figura 10. Tubo de 12” .....</b>                                  | <b>31</b> |
| <b>Figura 11. Torno convencional .....</b>                           | <b>31</b> |
| <b>Figura 12. Fresadora universal .....</b>                          | <b>31</b> |
| <b>Figura 13. Máquina de soldar tig .....</b>                        | <b>31</b> |
| <b>Figura 14. Layout de planta de producción .....</b>               | <b>33</b> |
| <b>Figura 15. Análisis de causas (Ishikawa).....</b>                 | <b>35</b> |
| <b>Figura 16. Metodologías .....</b>                                 | <b>42</b> |
| <b>Figura 17. Diagrama de Gantt-actividades.....</b>                 | <b>44</b> |
| <b>Figura 18. DOP INICIAL .....</b>                                  | <b>46</b> |
| <b>Figura 19. Diseño mejorado de polea .....</b>                     | <b>53</b> |
| <b>Figura 20. Despiece de polea de diseño mejorado .....</b>         | <b>53</b> |
| <b>Figura 21. Diseño de plancha para corte laser.....</b>            | <b>53</b> |
| <b>Figura 22. DOP mejorado .....</b>                                 | <b>54</b> |

## ÍNDICE DE GRAFICAS

|                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Gráfica 1. Indicator de productividad.....</i>                                       | <i>51</i> |
| <i>Gráfica 2. Producción real vs producción planificada .....</i>                       | <i>51</i> |
| <i>Gráfica 3. Nivel de cumplimiento .....</i>                                           | <i>52</i> |
| <i>Gráfica 4. Indicador de productividad mejorado .....</i>                             | <i>58</i> |
| <i>Gráfica 5. Producción real vs producción planificada .....</i>                       | <i>58</i> |
| <i>Gráfica 6. Nivel de cumplimiento .....</i>                                           | <i>59</i> |
| <i>Gráfica 7. Gráfica comparativa del tiempo estándar .....</i>                         | <i>61</i> |
| <i>Gráfica 8. Tendencia de productividad .....</i>                                      | <i>62</i> |
| <i>Gráfica 9. Gráfica comparativa de productividad.....</i>                             | <i>62</i> |
| <i>Gráfica 10. Gráfica comparativa de tendencia del cumplimiento .....</i>              | <i>63</i> |
| <i>Gráfica 11. Gráfica comparativa del nivel de cumplimiento .....</i>                  | <i>63</i> |
| <i>Gráfica 12. Grafica comparativa de costos de producción unitario .....</i>           | <i>64</i> |
| <i>Gráfica 13. Gráfica de ahorro por polea después de implementación de mejora.....</i> | <i>64</i> |

## RESUMEN EJECUTIVO

Nuestro trabajo de suficiencia tiene cinco capítulos: Introducción, Marco teórico, Descripción de la experiencia, Resultados, terminando con Conclusiones y Recomendaciones. Con el presente trabajo tenemos como objetivo determinar el impacto del estudio de tiempo en el incremento de la productividad en la producción de poleas de la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2022”. Analizando el Ishikawa y la matriz de ponderación obtuvimos que la causa más relevante para que la productividad esta baja es la falta de estudio de tiempo estándar en los procesos de producción. ya con la causa identificada, se procede a implementar el estudio de tiempo utilizando la metodología ciclo de Deming (PVHA). En conclusión, al mejorar los tiempos de producción de poleas se logró aumentar la productividad de 0.14 poleas por hora a 0.32 poleas por hora, cumpliendo así con la producción planificada.

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo de suficiencia profesional consiste en la IMPLEMENTACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE POLEAS EN LA EMPRESA TECMAQUIND SAC, AÑO 2022. Conocer el concepto de estudio de tiempo es vital importancia puesto que este ayudará incrementar la rentabilidad de una empresa, por lo tanto, es de mucha importancia el uso de herramientas, el cual le permita a la empresa incrementar la productividad esperada, ya que nuestro entorno se muestra cada vez más cambiante por lo que se hace imprescindible realizar un análisis de nuestras principales actividades. Partiendo de ello se tiene por objetivo aplicar técnica del de estudio de tiempos para desarrollo de este trabajo, aplicado en el proceso de maquinado. Para la aplicación del estudio de tiempos se toma como metodología DEMING-PHVA, lo cual se procede en planificar, hacer, verificar y actuar. Las actividades de trabajo, a fin de plasmarlo en un Diagrama de Ishikawa para valorizar por causas principales, siendo esto reflejado en una matriz de priorización, cual demostrara la causa más representativa con el fin de mejorar la productividad, se busca utilizar los métodos de forma sencilla, dentro del proceso de producción poleas.

## 1.2. Realidad Problemática

Actualmente en el Perú uno de los rubros más relevantes y con alta competitividad es la industria metalmecánica, generador de cubrir necesidades en el sector minero, salud, educación, pesca, entre otras obras de infraestructura. Según la Asociación de Empresas Privadas Metalmecánicas del Perú (AEPME), Hoy por hoy el sector metalmecánico peruano está operando solo al 50% de su capacidad total, reactivarla podría tardar hasta mediados del próximo año. Debido a que se depende de la demanda de nuestro mercado interno que aún sigue golpeado por la pandemia mundial que nos toca vivir hasta el momento. La gerencia central de estudios económicos del Banco Central de Reservas (BCR), dio a conocer que en el 2019 la producción del sector productos metálicos, maquinarias y equipo creció 2,5%. Sin embargo, desde febrero de este año empezó su crecimiento y de enero a julio, acumulo una caída del 33,4%, respecto a lo registrado el periodo anterior. Se puede observar en la figura 10, cuanto aporta el sector metalmecánico en el PBI del Perú.

La Asociación de Empresas Privadas Metalmecánicas del Perú (Aepme), refiere que alrededor del 80% de las empresas metalmecánicas accedieron al programa Reactiva Perú, pero es corto el tiempo que se les ha dado para empezar a pagar los créditos (a partir del 2021). Considera que debería ampliarse el plazo, ya que no se ve reflejado en cómo está tardando la reactivación de la economía.

**Tabla1.** *Participación en el PBI manufactura de metal*

| SUB SECTORES                              | ENE - AGOSTO<br>2019 | ENE - AGOSTO<br>2020 | VARIACIÓN<br>% | PARTICIPACIÓN<br>EN EL PBI |
|-------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------|----------------------------|
| Total                                     | 375.767.754          | 261.893.454          | - 30,3         | 1,14                       |
| Aparatos eléctricos, partes y piezas      | 62.042.209           | 48.479.098           | - 21,86        | 0,21                       |
| Aparatos mecánicos, partes y piezas       | 189.244.505          | 120.264.680          | - 36,45        | 0,52                       |
| Manufactura del metal                     | 62.137.589           | 48.780.822           | - 21,50        | 0,21                       |
| Vehículos automotores, aéreos y terrestre | 54.436.896           | 35.574.525           | - 34,65        | 0,15                       |
| Otros metalmecánicos.                     | 7.906.554            | 8.794.331            | - 11,23        | 0,04                       |

**Fuente:** Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria

A su vez se espera que las compañías que tenían proyectos de inversión puedan acelerarlos de esta manera se inicie a cerrar la brecha de infraestructura pública, y con ello se empiece a incentivar la oferta exportadora.

(Ministerio de Producción, 2018) indicó que actualmente en el sector metalmecánica operan más de 45 mil empresas formales, de las cuales el 98.7% (44,918) son MYPE y el 1.3% (297), mediana y gran empresa. Dentro de este número de medianas empresas se encuentra TECMAQUIND SAC, quién viene desarrollándose dentro de los mercados nacionales e internacionales, ganándose un espacio dentro las más competentes empresas de metalmecánicas.

La empresa objeto de estudio TECMAQUIND SAC es una metalmecánica ubicada en el distrito de Ancón, que fabrica principalmente equipos para la pesca como maquinas HGT para anchoveta y caballa, Laminadoras de pota (1, 2, 3 CUCHILLAS), tenderizadoras, cortadoras de rabas, maquina corte piña para pota, maquina lavadora rizador de pulpo, etc. Así como también proyectos sala de daruma, salas de proceso de pota y otros; cuenta con más de 15 años en el mercado y con 20 trabajadores entre ellos 5 administrativos y 15 operarios. Es decir, puede ser considerada como una pequeña empresa. En este marco se identificó como principal problema para la empresa, es el retraso y sobrecosto en la fabricación de poleas lo que hace que la línea sea menos productiva. Desde hace unos meses se ha venido mostrando que el indicador de productividad es muy bajo, la empresa tiene que ser productiva para que pueda competir en el mercado debido a que hoy en día el sector metalmecánico está pasando por una recesión del negocio y con la finalidad de fidelizar sus clientes y volver a la empresa competitiva, se apunta a realizar una mejora de tiempos y movimientos en los procesos de producción de poleas con el objetivo de incrementar la productividad de la empresa TECMAQUIND SAC. Se va a realizar un análisis de las causas que genera la baja productividad, entre los factores que pueden estar llevando a la baja este indicador podrían ser la falta de alguno de los modelos de gestión como seguridad e ISO 9001, hasta simplemente etapas de planificación y control de la producción.

### **1.3. Formulación del Problema**

#### **1.3.1. Problema General**

¿De qué manera el estudio de tiempos impactará al incremento de la productividad de la producción de poleas en la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2022?

### **1.5. Objetivos**

#### **1.5.1. Objetivo General**

Determinar el impacto del estudio de tiempo en el incremento de la productividad en la producción de poleas de la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2022”

#### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Realizar el diagnóstico de la situación actual de la producción de poleas y determinar la evolución de la productividad en el primer semestre en la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2022.
- Evaluar metodologías de solución para implementar en las mejoras del proceso que permitan mejorar la productividad en la producción de poleas, en la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2022.
- Diseñar la implementación de la metodología de solución del problema identificado, que permita con la mejora de la productividad en la producción de poleas, en la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2022.
- Implementar la metodología de solución, que permita mejorar la productividad en la producción de poleas, en la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2022.
- Determinar cuál es el impacto económico de la implementación del estudio tiempos, para mejorar la productividad en la producción de poleas, en la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2022.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de trabajo de investigación

#### Nacionales

(Bustamante Rico & Rodríguez Balcázar, 2017) , presento "ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA KURI NÉCTAR SAC, 2017." Presentada en la universidad señor de Sipán en Pimentel. El estudio se realizó en la empresa KURI NECTAR SAC en el área de producción tuvo como objetivo fundamental reducir tiempos improductivos, aplicando técnicas de Ingeniería Industrial, este estudio es importante porque de este modo la empresa verifica si los métodos o procedimientos que utilizan en los procesos son los más adecuados, pudiendo lograr con esto mejorar la productividad, eliminar tareas innecesarias y como meta facilitar el desempeño de las actividades a los trabajadores. La metodología fue de tipo descriptiva con enfoque cuantitativo y en cuanto al recojo de información utilizado es de tipo mixta (documental y de campo), en su diseño de la investigación es no experimental, transversal. Se utilizó los diagramas de operaciones y diagrama de análisis de cada proceso y los formatos de estudio de tiempos y movimientos. Como resultado se obtiene que los tiempos estándar inicial del proceso de elaboración del néctar de maracuyá y granadilla sea 279.16 minutos y una productividad de 40 cajas/operario. Con la aplicación del estudio de tiempos y movimientos se obtuvo un nuevo tiempo estándar de 230.41 minutos y una productividad de 52caja/operario. Se obtuvo un beneficio/ costo de S/. 1.63, como es mayor que 1, podemos decir que el proyecto es rentable para la empresa.

(CARRILLO QUIROZ, 2018) , presento "Estudio de tiempos en el proceso de lavado y selección de materia prima y productividad en la producción de mango congelado, empresa BIOFRUTOS S.A.C. chancay 2018" presentada por la UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN. La referida investigación realizó un diagnóstico de la situación actual del proceso utilizando al análisis de operaciones y el estudio de tiempos, con el fin de identificar deficiencias y aplicar mejora posteriormente.

Además, se determinó la relación entre las variables principales del estudio, teniendo  $R=86.7\%$ , es decir, tienen un grado de correlación positivo alto.

Se realizó la contratación de hipótesis con el estadístico Chi cuadrado y se obtuvo un p valor = 0,002 aceptando la hipótesis alternativa a un nivel de significancia del 5%. En conclusión, el estudio de tiempos se relaciona con la productividad en el Proceso de lavado y selección de materia prima.

(Jorge Luis Quinto de la Cruz, 2019) en su tesis "aplicación del estudio de tiempos y su relación con la productividad del personal operativo en el área de reparación en una empresa metalmecánica dedicada al mantenimiento de maquinaria pesada - 2018" para optar el grado académico de maestría en ingeniería industrial con mención en gerencia de la calidad y productividad, presentada por la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, el presente trabajo de investigación busca fortalecer factores negativos debido al crecimiento de la empresa, tales como; la falta de tiempos establecidos en los procesos de los productos continuos, los cuales vienen afectando directamente la productividad, programación deficiente y demora del abastecimiento de los insumos, esto conlleva demoras en todos los procesos, afectando la fechas de entrega con los clientes.

Los resultados obtenidos de la correlación entre el estudio de tiempos y la productividad tuvieron un valor estadístico t es igual a 27.27, este se encuentra en la región de rechazo de la hipótesis nula y aceptando la hipótesis general. Se evidenció que la aplicación del estudio de tiempos incrementa positivamente la productividad del personal operativo.

Con relación a la eficiencia los resultados tuvieron un valor estadístico t es igual a 25.41, este se encuentra en la región de rechazo de la hipótesis nula y aceptando la hipótesis general. Se evidenció que La aplicación del estudio de tiempos incrementa positivamente la eficiencia del personal operativo.

Con correlación entre el estudio de tiempos y la eficacia tuvieron un valor estadístico t es igual a 3, este se encuentra en la región de rechazo de la hipótesis nula y aceptando la hipótesis general. Se evidenció que La aplicación del estudio de tiempos incrementa positivamente la eficacia del personal operativo. Antes de realizar la mejora el proceso demoraba 3875 min (8 días), con la mejora aplicada se logró reducir 661 minutos, ahorrando así una jornada laboral de trabajo e incrementando la productividad en un promedio de 77%.

(Javier David Ayra Retamozo, 2018) en su tesis “Aplicación del estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad, en el proceso de maquinado en la empresa inremmaa S.RL, distrito de puente piedra, 2018” para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, presentada por la universidad UPN, tiene como objetivo aplicar técnicas de estudios de tiempos, y movimientos para desarrollo de este trabajo, aplicado en el proceso de maquinado. es vital importancia puesto que este ayudará incrementar la rentabilidad de una empresa, por lo tanto, es de mucha importancia el uso de métodos y herramientas que ayuden a estandarizar los tiempos de cada proceso, el cual le permita a la empresa incrementar la productividad esperada. Para la aplicación del estudio de tiempos y movimientos se toma como guía los 8 procedimientos establecidos por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), lo cual se procede a levantar información, ordenar y combinar las actividades de trabajo, a fin de plasmarlo en un Diagrama de Ishikawa para valorizar por causas principales y más representativas con el fin de mejorar la productividad.

### **Internacionales**

(Guerra Luis & Martínez Jorge, 2022), en su trabajo titulado “Diseño de un Estudio de Tiempos Para Mejorar la Productividad de una Pyme de Confección Textil, Ubicada en la Ciudad de Valledupar”, tiene como objetivo principal diseñar un modelo de estudio de tiempos que permita mejorar la productividad de una Pyme de confección, generando así un incremento en la eficiencia y eficacia en todos los departamentos de producción pertenecientes a la organización y, de este modo, lograr una mayor competitividad en el mercado del municipio. Concluye con el exitoso planteamiento y estructuración de un estudio de tiempos que le permitirá a la empresa tener un mejor control en todas las operaciones que se realicen en las líneas de producción; asimismo, se consiguió identificar los factores que alteraban la producción, tales como paradas innecesarias, inatenciones y ruido, lográndose así, disminuirlas lo máximo posible.

(Allayca Félix, Tello Ángel & Ulloa Medardo, 2023), en su trabajo titulado “Metodología Deming (PHVA) en el mejoramiento de procesos productivos en la Empresa Inoxidables Élite de la ciudad de Riobamba –Ecuador”, tiene por objetivo difundir la aplicación de la

metodología de Edwards Deming en procesos productivos de una planta manufacturera, puesto a que, empresas como Inoxidables Élite, carecen de algún modelo de mejora continua. Se concluye que, mediante la metodología Deming, se planteó un sistema de gestión de calidad en la empresa Inoxidables Élite que busca perfeccionar su proceso productivo; asimismo, controlar sus operaciones y procedimientos diarios; como resultado, se obtuvo una mejorar de la calidad en los equipos que se fabrican y los servicios brindados por la empresa prometen una mayor satisfacción a sus clientes.

(Llamuca Jenny & Moyón Laura, 2019), en su trabajo titulado “Implementación de la metodología PHVA (Plantear, hacer, verificar, actuar) para incrementar la productividad en la línea de producción de cascos de seguridad de uso industrial en la empresa Halley Corporación”, tiene como objetivo principal incrementar la productividad en el área de producción de cascos de seguridad de uso industrial mediante la metodología PHVA, debido a que se detectó un índice de productividad del 55%; este rendimiento bajo se puede relacionar con que el método de trabajo no esté estandarizado, los equipos y las herramientas presentan obsolescencia, inexistencia de orden y limpieza en el área de trabajo, entre otros. Se concluye que, mediante un análisis a la situación actual de la empresa, la implementación del ciclo PHVA de la mano con herramientas de calidad generan aumentos de productividad.

(Camacho Alis & Castro Cinthia, 2020), en su trabajo titulado “Diseño del plan de mejora continua aplicando la metodología PHVA en la empresa Makitool”, tiene por objetivo diseñar una propuesta de un plan de mejora continua utilizando la metodología PHVA en la empresa Makitool, la cual presenta dificultades a causa de su baja productividad, esto se atribuye a sus procesos, ya que no están correctamente estandarizados; además, sus colaboradores no tienen una adecuada asignación del rol que desempeñan y las operaciones se llevan a cabo conforme surgen, lo que ocasiona errores y pérdida de tiempo. Se concluye que, gracias a las herramientas de calidad aplicadas, se logró identificar las necesidades de la empresa y los aspectos a mejorar; a medida que avanzan las etapas del ciclo PHVA, se sugirió implementar manuales de procedimientos para conseguir la estandarización de sus operaciones, esto permitirá incrementar los niveles de calidad y productividad de la empresa.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Ingeniería de Métodos

Es el diseño, la formulación y la selección de los mejores métodos, procesos, herramientas equipos diversos y especialidades necesarias para manufacturar un producto después de que han sido elaborados los dibujos y planos de trabajo; a través de las mejores técnicas a habilidades disponibles, a fin de lograr una eficiente interrelación humano-maquina. La ingeniería de métodos implica:

- Técnicas para aumentar la producción por unidad de tiempo, disminuyendo el costo por unidad.
- Idear y preparar centros de trabajo donde se fabrique el producto.
- Estudiar de forma continua para hallar una mejor manera de elaborar el producto.
- Implica la utilización de la capacidad Tecnológica.

### 2.2.2 Proceso

Proceso es un conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y recursos materiales coordinados para conseguir un objetivo previamente identificado. Se estudia la forma en que el servicio diseña, gestiona y sus procesos para apoyar su política y estrategia y para satisfacer plenamente a sus clientes. Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados (Cantón Mayo, 2010)

### 2.2.3 Medio ambiente

En un artículo titulado "El clima laboral y su medida" (Pilligua Cristhian & Arteaga Flor, 2019), se aplica una metodología de medir el clima laboral en términos de cantidades, con una opinión descriptiva, por ejemplo: El orden de la planta, la limpieza, la temperatura según el ambiente donde se labora, presión laboral, etc. Y la medición de la satisfacción del colaborador en grados, para identificar al "evaluado" cuál es el grado de satisfacción

que siente al momento del proceso de fabricación. De acuerdo con este proceso podemos identificar y mitigar muchos problemas que pueden surgir como el estrés laboral, logrando así estabilizar al personal y mejorar las relaciones laborales.

#### **2.2.4 Medición**

Durán (2007) en su libro titulado Ingeniería de métodos, explica que: "Es la aplicación de técnicas para determinar el contenido de trabajo de una tarea definida, fijando el tiempo requerido por un trabajador calificado para ejecutarla con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida". Este proceso trata de reducir y eliminar el tiempo improductivo que se presenta durante el cual no se ejecuta trabajo eficaz. Al realizar el estudio de tiempo de trabajo, sea cualquiera el proceso a realizar, la medida proporciona información para saber cuál es la cantidad de tiempo improductivo. Si no se aplica esta técnica de medición, el tiempo improductivo pasaría desapercibido, mezclándose con el tiempo efectivo de trabajo, ocasionando falsos resultados y hasta podemos aceptar ese tiempo ineficaz, que quita tiempo y costo al final del proceso. Un método muy usado para la medida de tiempos de trabajo es realizar un diagrama de actividades de proceso, donde se detallan paso a paso el recorrido y la duración de cada actividad realizada.

#### **2.2.5 Mejora del proceso**

Arbós & Nadal (2005) publicaron un artículo denominado Herramientas e indicadores de control para la mejora de un proceso de acuerdo con los principios de la producción Lean, este método de mejora de procesos es muy utilizado en la gestión empresarial. La mejora de un proceso se debe realizar ordenadamente, realizando los pasos requeridos como es el diagnóstico del proceso actual, después analizar las posibles causas que generan el cuello de botella, una vez identificado el problema se procede a investigar la herramienta necesaria para reducir o eliminar el problema investigado. De esta manera se lograría una mejora cualitativa y cuantitativa.

### 2.2.6 Ciclo de Deming

De acuerdo con (Mora Norman, Ollague José, Romero Wilton & Salazar Juan, 2020), el ciclo de Deming o también conocido como el ciclo del PHVA, es el sistema más empleado para implementar proyectos de mejora continua, con los que se que consigue mejorar la competitividad y calidad de sus procesos, reduciendo costes y fallas, optimizando la productividad y eliminando los riesgos. El ciclo de Deming si, se implementa de la forma correcta, permite que mejore los estándares de calidad de un proceso, como se trata de un círculo, se puede iniciar el sistema de mejora todas las veces que sean necesarias aplicar.

El PHVA son las siglas de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, la aplicación de éstas 4 etapas permite evaluar los procesos una y otra vez, de forma cíclica en un tiempo determinado, hasta encontrar la estrategia que dará resultado, asegurando de este modo el progreso continuo en las organizaciones.

#### 1. Planificar

En esta etapa inicial el más influyente, es importante que participen todas las personas involucradas del proceso que se desea mejorar, mediante entrevistas o encuestas, su experiencia es de suma importancia para comprender donde se encuentran errores y oportunidades de mejora, de esta manera se llega a descubrir cuál es el problema más relevante para solucionar.

Para ello es necesario definir:

- El problema o actividad para mejorar.
- Los objetivos que alcanzar.
- Los indicadores de control.
- Métodos herramientas para llevar a cabo.

#### 1. Hacer

En esta etapa se pone en marcha la estrategia que se tomó en base a lo definido en la planificación, se tiene que brindar un seguimiento muy cercano para comprobar que las acciones que se planearon inicialmente se lleven a cabo, con paciencia, paso a paso para no arriesgar los procesos que están siendo evaluados.

Para ello es necesario definir:

- Verificar y aplicar las correcciones planificadas.
- Introducir las modificaciones al plan inicial si el resultado de las correcciones no ha sido positivo.
- Registrar lo desarrollado y los resultados obtenidos.
- Formar al personal que deba aplicar las soluciones desarrolladas.

## **2. Verificar**

En esta etapa se comprueba si la mejora implantada ha alcanzado el objetivo que se estableció en el plan inicial, esta comparación nos dará una mayor visión en donde se tubo aciertos y en donde hubo fallas, de este modo conocer en qué puntos de deben hacer ajuste o cambios. Por eso se recomienda que el análisis sea tan objetivo para su puesta en marcha y que el resultado sea exitoso.

## **3. Hacer**

En esta última etapa, gracias a la verificación se realizan los ajustes en el plan de mejora; modificar, cambiar, afinar etc. Se normaliza la solución al problema y se establecen las condiciones necesarias para mantenerlo. Si se alcanzó el objetivo en la prueba piloto, posterior a ello se procederá a implantar de forma definitiva, caso contrario, se volverá a examinar el desarrollo para descubrir errores e iniciar un nuevo ciclo de PHVA. De esta forma se cierra el ciclo y se inicia volviendo a la primera etapa.

### **2.3 Definición de términos básicos**

#### **2.3.1 Proceso de fabricación**

Conjunto de fases sucesivas de operación manual o artificial, donde existe la intervención de máquinas para modelar un producto, mientras más procesos exista el producto se encarece.

#### **2.3.2 Procesos de desbaste**

Proceso se realiza en cualquier máquina-herramienta consiste en el arranque de viruta mediante una herramienta de corte llamada cuchilla que está conformada por una base de

acero y en el extremo una placa carburada intercambiable para cada tipo de acero como:  
Acero inoxidable, aluminio, cobre, bronce.

### **2.3.3 Proceso de acabado**

Este proceso se caracteriza por el arranque de viruta, pero de manera pausada y lenta a una gran velocidad generando una superficie fina y lisa, de tal manera que sea fácil la medición con los instrumentos de medición

### **2.3.4 Mecanizar**

Este proceso se realiza en maquinaria de Control Numérico Computarizado (CNC), también llamados centros de mecanizados, esta actividad se refiere a trabajar la materia prima con diferentes procesos de arranque de viruta como: El refrenado, planeados de caras, perforado de agujeros, cilindrados de ejes, etc.

### **2.3.5 Maquinaria convencional**

Hace referencia a los equipos antiguos que realizan el proceso estándar, estas maquinarias no presentan mejoras tecnológicas que ayuden a facilitar los procesos de fabricación, son de precio económico y de fácil manejo para pocas producciones.

### **2.3.6 Medición de tiempos de entrega**

Este proceso tiene como finalidad la suma de todos los procesos, para definir el tiempo total de producción iniciando desde el primer proceso hasta la entrega del producto al cliente. Con diferentes herramientas de medición de tiempos laborales, esto nos permite saber en cuánto tiempo se tendrá listo dicho producto y realizar un planeamiento de la producción.

## CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

### 3.1 Desarrollo de la Experiencia Profesional

**Leticia Alfaro Ayala**, como jefe logístico y supervisora de producción, ingreso a trabajar en el año 2018, con la función de asegurar y supervisar la recepción de la materia prima, asegurar el stock material y producto terminado. Así como supervisar la producción de piezas y montaje en el área de maestranza ensamblado, soldadura y demás áreas, plantear alternativas de solución que ayuden a mejorar la productividad en la empresa y hacer que se cumplan con los tiempos estándar.

**Janka Pamela Ortiz Ostos**, como asistente de ingeniería en el área de producción, ingreso a trabajar, inicialmente responsable de implementar formatos, registros de control, procedimientos y guías de trabajo, etc. Posterior a ello sincerar la capacidad de máquina y tiempos de producción real, planteando alternativas de solución que ayuden a mejorar la productividad en la empresa. implementar un programa de producción diaria en base a los requerimientos de trabajo recibido,

Se inició el proyecto en junio del año 2022, en una reunión con gerencia informamos de la baja productividad en producción de poleas, explicamos las posibles causas y gerencia nos dio la responsabilidad diagnosticar y mejorar la productividad en la producción de poleas aplicando nuestro conocimientos y profesionalismo, pasamos a asumir las siguientes funciones:

Durante el primer trimestre del año 2021 aún en pandemia, fueron meses de muy baja demanda de servicios, casi no ingresaban proyectos y los pedidos eran mínimos, se tuvo que reducir el personal en un 50% se perdió clientes que estaban fidelizados con nuestra marca, debido a los incumplimientos constante de los pedidos, el cual no se podía cubrir por la falta de personal, procesos ineficientes, mala distribución del área de trabajo etc. Se finalizó el año con un bajo margen de rentabilidad.

Durante los 6 primeros meses del año 2022 para poder mantenernos en vigencia frente al mercado, se realizó un diagnóstico general identificando de las causas de pérdidas de

nuestros clientes, así como también la identificación de los cuellos de botella en nuestro proceso productivo.

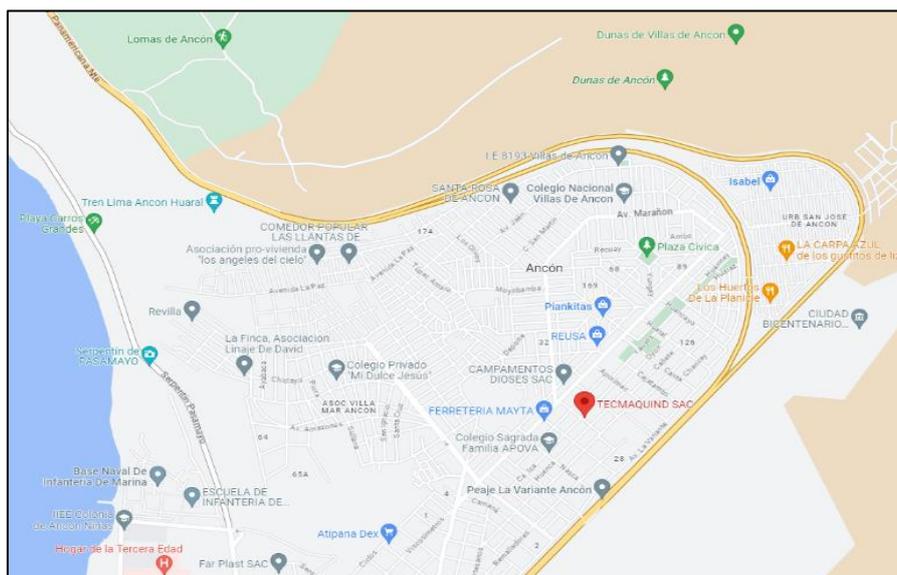
Se elaboró un plan de trabajo con nuevas estrategias competitivas, nuevos métodos de trabajo, donde nuestros tiempos de fabricación de poleas tenían que acortarse, sin dejar de tener una buena calidad, buen precio y entrega a tiempo a nuestro cliente. Este plan de trabajo fue presentado a la gerencia general, quienes en una reunión aprobaron la implementación del estudio de tiempo, para este trabajo se aplicó técnicas y herramientas propias de la carrera de Ingeniería, para el desarrollo de este trabajo de investigación.

### 3.2 Descripción de la Empresa.

TECMAQUIND se inició por el Sr. Alfaro Peña José Damasio y su esposa Gloria Ayala Valverde en el 2006, Como un taller de mecanizado de piezas y contaba tan solo con dos trabajadores y prestaba servicios en forma local. Hoy en día la empresa cuenta ya con maquinaria de alta tecnología y con más de 16 trabajadores a su cargo, logrando ingresar al mercado de fabricación de máquinas para la industria pesquera, Alimenticia, Minera, Agroindustria y Otros más. Así mismo TECMAQUIND SAC, es una empresa exportadora no solo tiene mercado nacional sino también internacional.

#### Localización de la empresa:

**Figura 1.** *Mapa de localización de TECMAQUIND SAC*



**Fuente:** Google Mapa (2022)

### 3.2.1 Misión

“Satisfacer las necesidades de nuestros clientes, ofreciéndoles los mejores estándares y una alta garantía en nuestras maquinarias. La innovación en nuestras maquinarias y proyectos, ayudan a optimizar y mejorar sus procesos en cada sector de sus mercados”.

### 3.2.2 Visión

Posicionar “Servir y satisfacer a nuestros clientes ofreciendo soluciones de operatividad a sus procesos productivos con eficiencia en nuestros productos y servicios”.

### 3.2.3 Valores

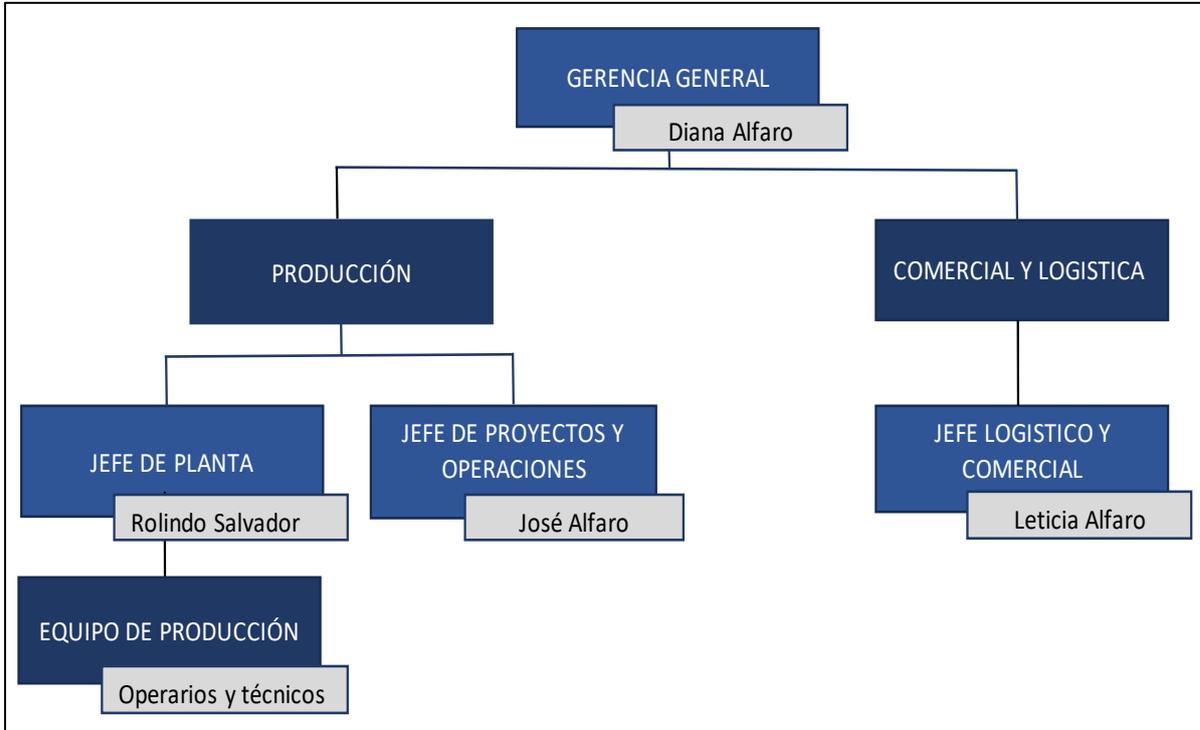
Brindamos productos y servicios de entrega al cliente basados en nuestra pirámide de valores estructurada de la siguiente forma:

**Figura 2.** *Estructura piramidal de valores en la empresa*



### 3.2.4. Organigrama

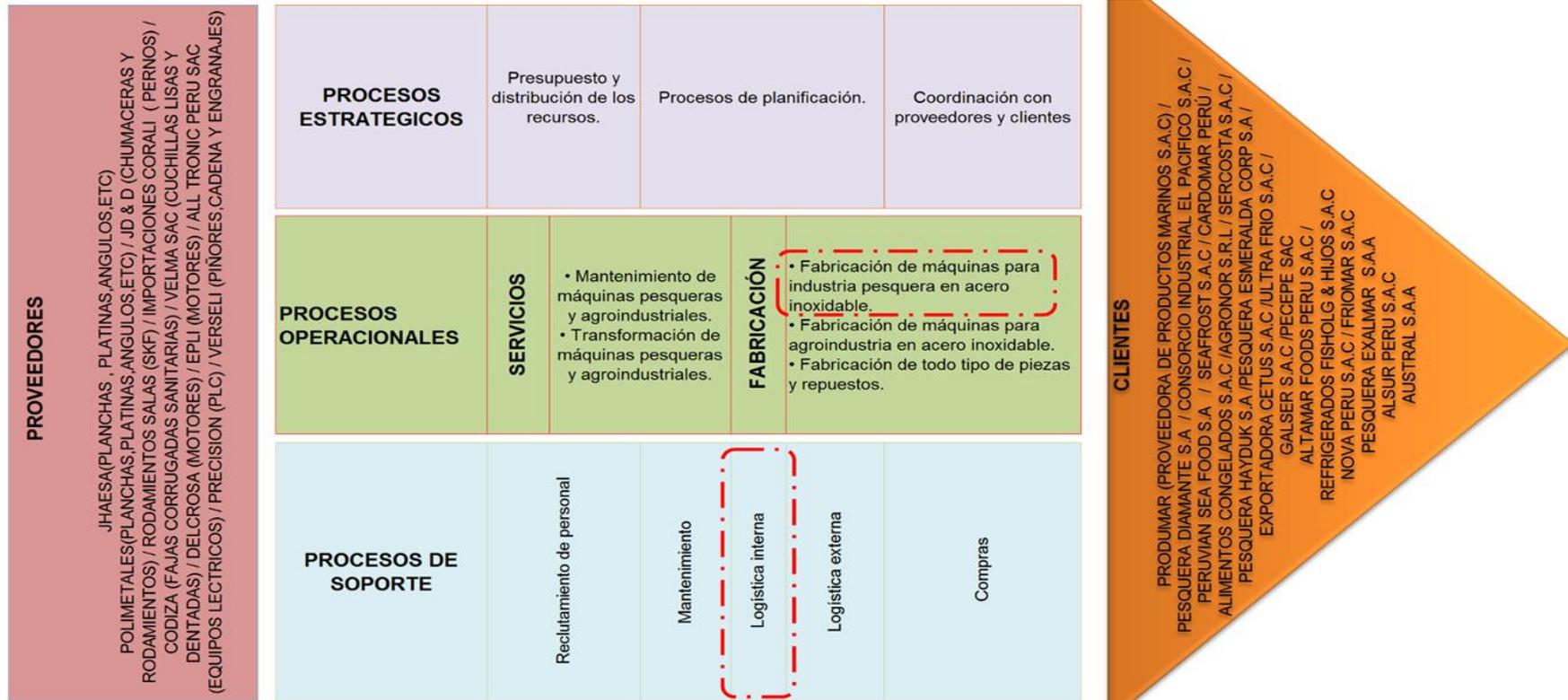
**Figura 3.** Organigrama de la empresa *TECMAQUIND SAC*.



### 3.2.5 Mapa de procesos

La empresa TECMAQUIND SAC es una empresa que tiene más de 10 años de experiencia teniendo como procesos estratégicos, Operacionales y de Soporte.

Figura 4. Mapa de procesos de la empresa TECMAQUIND



### 3.2.6 Principales productos

La empresa cuenta con diversos formatos de fabricaciones de máquinas, para la industria pesquera, Alimenticia, Minera, Agroindustria y Otros más.

Se procede a detallar:

**Tabla2.** *Principales productos de fabricación de la empresa*

| ITEM | MAQUINAS                            |
|------|-------------------------------------|
| 1    | Máquina laminadora de una cuchilla  |
| 2    | Máquina laminadora de dos cuchillas |
| 3    | Máquina peladora de pota            |
| 4    | Máquina rabera                      |
| 5    | Máquina tenderizadora               |
| 6    | Máquina moledora de pota            |
| 7    | Máquina glaseadora                  |
| 8    | Máquina cortadora de tentáculo      |
| 9    | Máquina eviseradora de anchoveta    |
| 10   | Máquina Sierra cinta                |
| 11   | Máquina marcadora de pota           |
| 12   | Máquina rizadora de pulpo           |
| 13   | Máquina lavadora de tentáculo       |
| 14   | Máquina desblocadora de aros        |
| 15   | Proyecto de sala de daruma          |
| 16   | Troqueles manuales y neumáticos     |
| 17   | Bandejas de acero inoxidable        |
| 18   | Coche para bandeja                  |
| 19   | Mesas de trabajos                   |
| 20   | Triturador de hielo                 |
| 21   | Fajas transportadoras               |

### 3.2.6 Principales Repuesto

**Tabla3.** *Principales productos de fabricación de la empresa*

| ITEM | MAQUINAS                                |
|------|-----------------------------------------|
| 1    | Fajas corrugadas sanitarias             |
| 2    | Polines vulcanizados                    |
| 3    | Polines en acero inoxidable             |
| 4    | Poleas en acero inoxidable              |
| 5    | Guías de cuchillas                      |
| 6    | Cinta de cuchillas filo liso y dentadas |
| 7    | Cuchillas circulares                    |
| 8    | Rodajes                                 |

### 3.2.6 Servicios de la empresa

#### Mantenimiento

- Mantenimiento de máquinas pesqueras y agroindustriales
- Transformación de máquinas pesqueras y agroindustriales

#### Fabricación

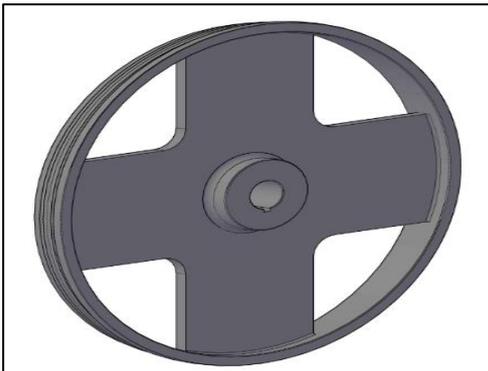
- Fabricación de máquinas para industria pesquera en acero inoxidable.
- Fabricación de máquinas para agroindustria en acero inoxidable.
- Fabricación de todo tipo de piezas y repuestos

### 3.2.7 Definición técnica del producto

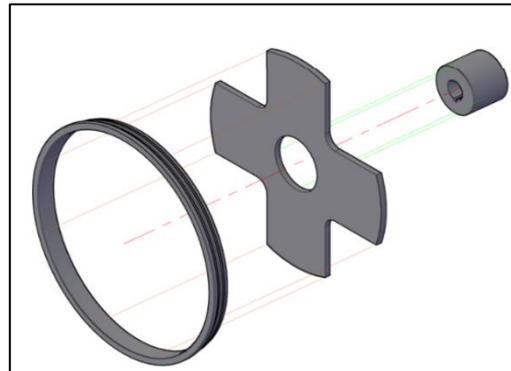
#### Diseño y composición del producto.

La polea en producción es para maquina peladora y laminadora de pota, está fabricada de acero inoxidable 304, es una parte principal de las maquinas que va en contacto con la pota porque lo que la polea tiene que ser de acero inoxidable de grado alimenticio.

**Figura 5.** *Diseño de polea*



**Figura 6.** *Despiece de polea*



**Tabla4.***Datos técnicos*

| FICHA TECNICA   |                      |                |                                                                                        |
|-----------------|----------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Diametro</b> | 112 pulgadas         | <b>Peso</b>    | 10 Kg                                                                                  |
| <b>Material</b> | Acero inoxidable 304 | <b>Funcion</b> | Mover cuchilla de maquina peladora de pota, laminadora de pota y maquina sierra Cinta. |

**Figura 7.** *Poleas en acero inoxidable*

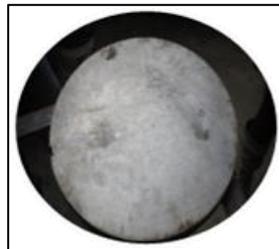


### 3.2.7 Descripción de las materias primas

Los materiales para fabricar una polea son de acero inoxidable de calidad 304. Son los siguientes:

- Barra redonda de 2 pulgadas.
- Disco de 30.48 cm de diámetro con de 10 mm de espesor.
- Tubo de 12 pulgadas.

**Figura 8.** *Barra de 2”*      **Figura 9.** *Disco de acero inox.*      **Figura 10.** *Tubo de 12”*



### 3.2.7 Descripción de Maquinarias

Para la producción de poleas se necesita las siguientes maquinas:

- 01 torno convencional de 1.5 metros.
- 01 fresadora universal
- 01 máquina de soldar tig

**Figura 11.**

*Torno convencional*



**Figura 12.**

*Fresadora universal*



**Figura 13.**

*Máquina de soldar tig*



### 3.2.8 Mano de obra

La empresa cuenta con aproximadamente 15 personas entre administrativos y planta, personal que labora propiamente en planta se tiene:

**01 jefe de planta:** quien tiene a su cargo toda la planificación, control y desarrollo de la producción, cumpliendo la demanda establecida de la empresa según los tiempos de entrega.

**01 asistente de ingeniería:** la que asiste al jefe de planta con los datos y observación para que pueda controlar la producción y hacer que se cumplan con los tiempos establecidos.

**01 jefe logístico y supervisor de producción:** supervisar la producción de piezas y montaje en el área de maestranza ensamblado, soldadura y demás áreas, plantear alternativas de solución que ayuden a mejorar la productividad en la empresa y hacer que se cumplan con los tiempos establecidos.

**01 jefe de seguridad:** Está encargado de la seguridad y salud de nuestros colaboradores y cuidado del medio ambiente, teniendo presente en todo momento cumplir con los estándares y objetivos de la empresa.

**01 Tornero fresador:** Rectifica las piezas y los componentes mecánicos necesarios para los equipos de acuerdo con las especificaciones indicadas en el área. Realiza el mantenimiento y reparación de las máquinas, con el fin de mantener y garantizar el buen funcionamiento de las mismas. Pule, taladra, ajusta y da forma a piezas en diferentes tipos de materiales. Fabrica piezas cilíndricas, radiales, concéntricas y excéntricas y toda clase de roscas, dentro de las tolerancias mínimas.

**02 soldador tig:** personal capacitado de ensamblar las máquinas y repuestos mediante la soldadura tig.

**01 ayudante:** Persona que se dedica a habilitar los materiales para el tornero, soldador y fresador, así armar los repuestos o estructuras del producto final.

**01 electricista:** Técnico capacitado para gestionar el servicio de diagnóstico, reparación, instalación, montaje y/o mantenimiento de los sistemas eléctricos, componentes electromecánicos y de máquinas eléctricas, organizando y ejecutando los procesos que implican.

### 3.2.9 Layout

Figura 14. Layout de planta de producción



## IV. RESULTADO

### 4.1 Desarrollo de los objetivos

#### 4.1.1 Realizar el diagnóstico de la situación actual de la producción de poleas y determinar la evolución de la productividad en el primer semestre en la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2022.

Se observó las deficiencias en la producción en el proceso de poleas teniendo como hallazgo las siguientes:

##### **Medición:**

La empresa no contaba con indicadores de producción, donde se pueda observar los resultados obtenidos de forma diaria, semanal o mensual, solo trabajaban en base al pedido entrante, tampoco se evidenciaba ningún registro de control en la producción.

##### **Maquina**

La empresa cuenta con un programa de mantenimiento, pero no lo cumplen al 100%.

##### **Material:**

La empresa cuenta con stock de material, pero es muy costoso, por lo que solo cuenta con lo necesario, en pedidos especiales demora la entrega de material ya que la empresa se encuentra lejos y el proveedor tarda en atender.

##### **Método:**

En este punto se puede identificar que la empresa al no tener un método de trabajo, como el estudio de tiempos dentro del proceso de producción, desconocían cuál era el tiempo que se necesitaba realmente para cada etapa del ciclo productivo de la polea. Limitando así, disminuir el grado de improductividad que venía afectando al desarrollo eficiente de la empresa.

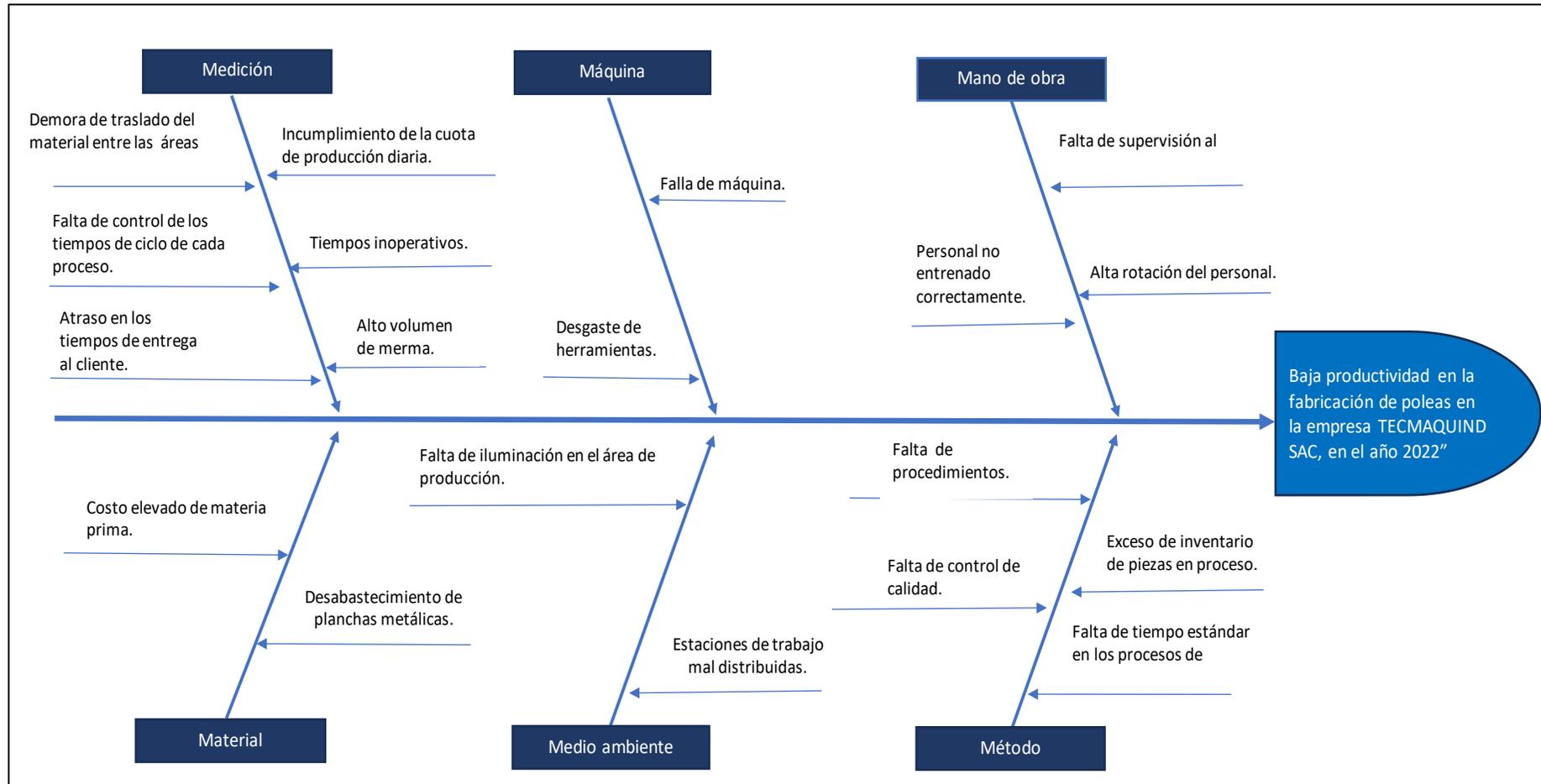
##### **Mano de Obra:**

Se detectó mediante auditorias in situ que el personal de producción no conocía los puntos críticos de control del proceso, esto debido a la falta de capacitación y entrenamiento.

También se evidencio una alta rotación del personal.

### 4.1.2 Diagnóstico situacional

**Figura 15. Análisis de causas (Ishikawa)**



### 4.1.3 MATRIZ DE PRIORIZACION

Del sondeo realizado a los empleados permitió identificar las causas más relevantes de la baja productividad en la producción de poleas, como se muestra en la matriz de priorización.

**Tabla5.** *Calificación de criterios.*

| Calificadores<br>Criterio                                                     | Operario de producción  | Técnico  | Superv. de producción  | Jefe de producción  | Total |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Magnitud                                                                      | 15%                                                                                                      | 25%                                                                                         | 25%                                                                                                       | 20%                                                                                                    | 85%   |
| Gravedad                                                                      | 30%                                                                                                      | 30%                                                                                         | 30%                                                                                                       | 30%                                                                                                    | 120%  |
| Capacidad                                                                     | 25%                                                                                                      | 20%                                                                                         | 15%                                                                                                       | 20%                                                                                                    | 80%   |
| Beneficio                                                                     | 30%                                                                                                      | 25%                                                                                         | 30%                                                                                                       | 30%                                                                                                    | 115%  |
| <b>Total</b>                                                                  | <b>100%</b>                                                                                              | <b>100%</b>                                                                                 | <b>100%</b>                                                                                               | <b>100%</b>                                                                                            |       |
| <b>Magnitud</b>                                                               | <b>Gravedad</b>                                                                                          | <b>Capacidad</b>                                                                            | <b>Beneficio</b>                                                                                          |                                                                                                        |       |
| 0.85                                                                          | 1.20                                                                                                     | 0.80                                                                                        | 1.15                                                                                                      |                                                                                                        |       |
| Problema 1: Falta de estudio de tiempo estándar en los procesos de producción |                                                                                                          |                                                                                             |                                                                                                           |                                                                                                        |       |
| Problema 2: Falta de control de calidad en los procesos                       |                                                                                                          |                                                                                             |                                                                                                           |                                                                                                        |       |
| Problema 3: Incumplimiento de la cuota de producción                          |                                                                                                          |                                                                                             |                                                                                                           |                                                                                                        |       |
| Problema 4: Atraso en los tiempos de entrega al cliente                       |                                                                                                          |                                                                                             |                                                                                                           |                                                                                                        |       |
| Problema 5: Alto volumen de merma                                             |                                                                                                          |                                                                                             |                                                                                                           |                                                                                                        |       |

**Tabla6.** Calificación de problema escala de 1-5

| Magnitud del problema                                             | Operario de producción | Técnico | Superv. De producción | jefe de producción | Total | Importancia |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------|---------|-----------------------|--------------------|-------|-------------|
| Falta de estudio de tiempo estándar en los procesos de producción | 5                      | 4.7     | 4.7                   | 5                  | 19.4  | 5           |
| Falta de control de calidad en los procesos                       | 4                      | 3.5     | 4                     | 4.5                | 16    | 1           |
| Incumplimiento de la cuota de producción                          | 4                      | 4.2     | 4                     | 4.5                | 16.7  | 2           |
| Atraso en los tiempos de entrega al cliente                       | 5                      | 4       | 4.5                   | 5                  | 18.5  | 3           |
| Alto volumen de merma                                             | 5                      | 4.5     | 4.5                   | 5                  | 19    | 4           |

| Gravedad del problema                                             | Operario de producción | Técnico | Superv. De producción | jefe de producción | Total | Importancia |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------|---------|-----------------------|--------------------|-------|-------------|
| Falta de estudio de tiempo estándar en los procesos de producción | 4.2                    | 5       | 5                     | 5                  | 19.2  | 5           |
| Falta de control de calidad en los procesos                       | 3.5                    | 4       | 4                     | 4                  | 15.5  | 1           |
| Incumplimiento de la cuota de producción                          | 4                      | 4       | 4                     | 4                  | 16    | 2           |
| Atraso en los tiempos de entrega al cliente                       | 4                      | 4.3     | 4.5                   | 4.5                | 17.3  | 3           |
| Alto volumen de merma                                             | 4                      | 4.5     | 4.5                   | 4.5                | 17.5  | 4           |

| Capacidad del problema                                            | Operario de producción | Técnico | Superv. De producción | jefe de producción | Total | Importancia |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------|---------|-----------------------|--------------------|-------|-------------|
| Falta de estudio de tiempo estándar en los procesos de producción | 4-5                    | 5       | 5                     | 5                  | 19.5  | 5           |
| Falta de control de calidad en los procesos                       | 4                      | 3-5     | 4-2                   | 4-5                | 16.2  | 1           |
| Incumplimiento de la cuota de producción                          | 4                      | 4-2     | 4                     | 4-8                | 17    | 2           |
| Atraso en los tiempos de entrega al cliente                       | 4                      | 4       | 4-5                   | 5                  | 17.5  | 3           |
| Alto volumen de merma                                             | 4                      | 4-5     | 4-5                   | 5                  | 18    | 4           |

| Beneficio del problema                                            | Operario de producción | Técnico | Superv. De producción | jefe de producción | Total | Importancia |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------|---------|-----------------------|--------------------|-------|-------------|
| Falta de estudio de tiempo estándar en los procesos de producción | 5                      | 5       | 5                     | 5                  | 20    | 5           |
| Falta de control de calidad en los procesos                       | 3-7                    | 4       | 4                     | 4-5                | 16.2  | 1           |
| Incumplimiento de la cuota de producción                          | 4                      | 4-2     | 4-5                   | 4-5                | 17.2  | 2           |
| Atraso en los tiempos de entrega al cliente                       | 4                      | 4-5     | 4                     | 5                  | 17.5  | 3           |
| Alto volumen de merma                                             | 5                      | 4-5     | 5                     | 5                  | 19.5  | 4           |

| Problemas \ Criterios                                             | Magnitud               | Gravedad             | Capacidad            | Beneficio              | Total                            |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------------------|
| Falta de estudio de tiempo estándar en los procesos de producción | $0.85 \times 5 = 4.25$ | $1.2 \times 5 = 6$   | $0.8 \times 5 = 4$   | $1.15 \times 3 = 5.75$ | $4.25 + 6 + 4 + 5.75 = 20$       |
| Falta de control de calidad en los procesos                       | $0.85 \times 1 = 0.85$ | $1.2 \times 1 = 1.2$ | $0.8 \times 1 = 0.8$ | $1.15 \times 1 = 1.15$ | $0.85 + 1.2 + 0.8 + 1.15 = 4$    |
| Incumplimiento de la cuota de producción                          | $0.85 \times 2 = 1.7$  | $1.2 \times 2 = 2.4$ | $0.8 \times 2 = 1.6$ | $1.15 \times 2 = 2.3$  | $1.7 + 2.4 + 1.6 + 2.3 = 8$      |
| Atraso en los tiempos de entrega al cliente                       | $0.85 \times 3 = 2.55$ | $1.2 \times 3 = 3.6$ | $0.8 \times 3 = 2.4$ | $1.15 \times 3 = 3.3$  | $2.55 + 3.6 + 2.4 + 3.3 = 11.85$ |
| Alto volumen de merma                                             | $0.85 \times 4 = 3.4$  | $1.2 \times 4 = 4.8$ | $0.8 \times 4 = 3.2$ | $1.15 \times 4 = 4.6$  | $3.4 + 4.8 + 3.2 + 4.6 = 16$     |

Según los resultados de la matriz de priorización del análisis de ponderación de los criterios establecidos la causa más relevante que se tiene que solucionar es la falta de tiempo estándar en el proceso de producción de poleas, se tiene subsanar ya que está afectando su productividad, el problema será resuelta implementando el estudio de tiempo.

#### 4.1.5 Técnica de interrogatorio sistemático (TIS)

La técnica consiste en una serie de cuestionamientos críticos aplicados de forma sistemática, sobre las tareas o actividades del proceso ya detallado en la fabricación de poleas. De esta manera encontrar la alternativa correcta y efectiva que nos ayude a mejorar la productividad en la fabricación de poleas.

**Tabla7.** *Técnica de Interrogatorio Sistemático (TIS) – Preguntas Preliminares.*

| Tipo      | ¿Qué se hace?                                                                                                               | ¿Por qué hay que hacerlo?                                                                       |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Propósito | Se fabrica poleas de acero inoxidable.                                                                                      | Porque es una pieza y repuesto principal del producto bandera de la empresa.                    |
| Tipo      | ¿Cómo se hace?                                                                                                              | ¿Por qué se hace de ese modo?                                                                   |
| Medios    | Mediante varios procesos en el área de corte, maestranza y ensamble se fabrica la polea teniendo como tiempo de fabricación | Porque no hay poleas en acero inoxidable en el mercado, solo se encuentra de aluminio o fierro. |
| Tipo      | ¿Cuándo se hace?                                                                                                            | ¿Por qué se hace en ese momento?                                                                |
| Sucesión  | Se fabrica diaria                                                                                                           | Porque la producción de poleas demora y no se puede quedar sin stock                            |
| Tipo      | ¿Quién lo hace?                                                                                                             | ¿Por qué lo hace esa persona?                                                                   |
| Persona   | Los operarios de las máquinas                                                                                               | Porque están capacitadas para hacerlo                                                           |
| Tipo.     | ¿Dónde se hace?                                                                                                             | ¿Por qué se hace allí?                                                                          |
| Lugar     | En el área de maestranza, corte y ensamblado de la empresa TECMAQUIND SAC                                                   | Porque están todas las herramientas y maquinarias para hacerlo.                                 |

En esta figura se observa que la producción de poleas es diaria, pero con demoras en el tiempo de fabricación, debido a la falta de un estudio de tiempo.

**Tabla8.** *Técnica de Interrogatorio Sistemático (TIS) – Preguntas de Fondo*

| Tipo      | ¿Qué otra cosa podría hacerse?                                                    | ¿Qué debería hacerse?                                            |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Propósito | Las poleas es una de las piezas mas importante y alta rotación en la empresa.     | Mejorar los tiempos de produccion de las poleas                  |
| Tipo      | ¿De qué otro modo podría hacerse?                                                 | ¿Qué debería hacerse?                                            |
| Medios    | En lugar de hacer los cortes con amoladora , hacerlos con maquina cortadora laser | Adquirir una Marquina cortadora laser                            |
| Tipo      | ¿Cuándo podría hacerse?                                                           | ¿Qué debería hacerse?                                            |
| Sucesión  | Todos los días laborables                                                         | Producir los poleas                                              |
| Tipo      | ¿Qué otra persona podría hacerlo?                                                 | ¿Quién debería hacerlo?                                          |
| Persona   | Operarios con experiencia en maquinas cortadora laser                             | Personal que este capacitado en el uso de máquina de producción. |
| Tipo.     | ¿En que otro lugar podría hacerse?                                                | ¿Dónde debería hacerse?                                          |
| Lugar     | En tercero que cuente con dicha maquina.                                          | En la empresa TECMAQUIND SAC                                     |

En esta figura se observa que para mejorar los tiempos de producción se tiene que cortar los discos con una cortadora laser.

## 4.2 Desarrollo del segundo objetivo

Evaluar metodologías de solución para implementar en las mejoras del proceso que permitan mejorar la productividad en la producción de poleas, en la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2022.

Se procederá a evaluar 2 metodologías de trabajo:

- Metodología de 5s
- Metodología Deming

Se detalla las fases de cada metodología:

**Figura 16. Metodologías**

### Metodología 5s

- Clasificación
- Orden
- Limpieza
- Estandarización
- Disciplina

### Metodología Deming

- Planificación
- Hacer
- Verificar
- Actuar

**Tabla9. Cuadro comparativo de metodologías**

| Cuadro comparativo de metodologías |                           |
|------------------------------------|---------------------------|
| PHVA                               | 5S                        |
| Mejora por proyecto                | Esfuerzo diario           |
| Enfocado en los resultados         | Enfocado en los procesos  |
| Objetivos bien delimitados         | Resultados desconocidos   |
| Participación por áreas            | Toda la empresa participa |

Ambas metodologías son buenas, cada una en el contexto que se requiere.

Mediante el cuadro comparativo de ambas metodologías mostrado en la Tabla 7, se optó por elegir el PHVA, o más conocido como el ciclo de Deming, esto debido a que nos vamos a centrar en atacar uno de los problemas más relevantes dentro de la producción de poleas, con los objetivos bien delimitados y enfocados en los resultados.

### 4.3 Desarrollo del tercer objetivo

**Diseñar la implementación de la metodología de solución del problema identificado, que permita mejorar la productividad en la producción de poleas, en la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2022.**

Para el desarrollo de este objetivo se diseñará la metodología Deming, donde estableceremos las herramientas a aplicar que nos permita mejorar la productividad en la producción de poleas.

**Tabla10.** *Fases del ciclo Deming, aplicado en la empresa TECMAQUIND SAC*

| Fase del ciclo de Deming                            | Objetivos                                                                                                                   | Herramientas                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>FASE 1: Planear (Diagnóstico)</b>                | Determinar la causa de la baja productividad en los meses marzo, abril y mayo en la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2022. | Diagrama de Ishikawa<br>Diagrama de Pareto<br>Técnica de interrogatorio sistemático (TIS)                                         |
| <b>FASE 2: Hacer (Implementación)</b>               | Determinar las acciones de mejora para el incremento de la productividad.                                                   | Estudio de toma de tiempos                                                                                                        |
| <b>FASE 3: Verificar (Evaluación)</b>               | Verificar los resultados de la producción a través de los indicadores.                                                      | Cumplimiento del programa de producción. Indicador de la productividad.                                                           |
| <b>FASE 4: Actuar (Aplicar medidas correctivas)</b> | Determinar las medidas correctivas, si fueron efectivos con respecto al objetivo.                                           | Análisis comparativo de los resultados de la productividad de los meses marzo, abril y mayo antes y después de la implementación. |

4.3.1 Fase 1: Planificar

Figura 17. Diagrama de Gantt-actividades

|                                  |                                 |                                             |                                                               |                                                                                  | Periodo resaltado:    | 1     |        |        | Duración del plan |        |        |           |        |        |         |       |        |           |       |        |           |       |        |        |  |
|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------|--------|--------|-------------------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|-------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|--------|--|
|                                  |                                 |                                             |                                                               |                                                                                  | JUNIO                 |       |        | JULIO  |                   | AGOSTO |        | SETIEMBRE |        |        | OCTUBRE |       |        | NOVIEMBRE |       |        | DICIEMBRE |       |        |        |  |
| DIAGRAMA DE GANTT DE ACTIVIDADES |                                 |                                             |                                                               |                                                                                  | Porcentaje completado | 5-Jun | 15-Jun | 21-Jun | 12-Jul            | 22-Jul | 16-Ago | 28-Ago    | 10-Set | 17-Set | 27-Set  | 1-Oct | 10-Oct | 27-Oct    | 5-Nov | 15-Nov | 26-Nov    | 5-Nov | 15-Nov | 26-Nov |  |
| Etapas del ciclo                 | Paso numérico                   | Nombre del paso                             | Técnicas aplicadas                                            | Nombre del paso                                                                  |                       | 1     | 2      | 3      | 4                 | 5      | 6      | 7         | 8      | 9      | 10      | 11    | 12     | 13        | 14    | 15     | 16        | 17    | 18     | 19     |  |
| Planear                          | 1                               | Definir y analizar la magnitud del problema | Observación del problema                                      | Levantamiento de la información documentaria y evaluación del diagnóstico actual | 100%                  | █     |        |        |                   |        |        |           |        |        |         |       |        |           |       |        |           |       |        |        |  |
|                                  | 2                               | Buscar todas las posibles causas            | Diagrama Ishikawa                                             |                                                                                  | 100%                  |       | █      |        |                   |        |        |           |        |        |         |       |        |           |       |        |           |       |        |        |  |
|                                  | 3                               | Investigar cuál es la causa más impotante   | Matriz de priorización                                        |                                                                                  | 100%                  |       |        | █      |                   |        |        |           |        |        |         |       |        |           |       |        |           |       |        |        |  |
|                                  |                                 |                                             | Técnica de interrogación sistemático (TIS)                    |                                                                                  | 100%                  |       |        |        | █                 |        |        |           |        |        |         |       |        |           |       |        |           |       |        |        |  |
| 4                                | Considerar las medidas remedios | Evaluación de metodologías a aplicar        |                                                               | 100%                                                                             |                       |       |        |        |                   |        |        |           |        |        |         |       |        |           |       |        |           |       |        |        |  |
|                                  |                                 | Diagrama de Wantt                           | Elaboración del diagrama de gantt de actividades planificadas | 100%                                                                             |                       |       |        |        |                   |        |        |           |        |        |         |       |        |           |       |        |           |       |        |        |  |
|                                  |                                 |                                             |                                                               | Elaboración del diagrama de operaciones inicial                                  | 100%                  |       |        |        |                   |        |        |           |        |        |         |       |        |           |       |        |           |       |        |        |  |
|                                  |                                 |                                             |                                                               | Levantamiento del tiempo estándar inicial                                        | 100%                  |       |        |        |                   |        |        |           |        |        |         |       |        |           |       |        |           |       |        |        |  |
|                                  |                                 |                                             |                                                               | Elaboración del Indicador de productividad inicial                               | 100%                  |       |        |        |                   |        |        |           |        |        |         |       |        |           |       |        |           |       |        |        |  |
|                                  |                                 |                                             |                                                               | Elaboración del Indicador del nivel de cumplimiento inicial                      | 100%                  |       |        |        |                   |        |        |           |        |        |         |       |        |           |       |        |           |       |        |        |  |

|                  |   |                                       |                                                                           |                                                              |             |                                                     |
|------------------|---|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Hacer</b>     | 5 | Poner en práctica las medidas remedio | Seguir el plan elaborado en el paso anterior e involucrar a los afectados | <b>Implementación de la propuesta de mejora</b>              | <b>100%</b> | [Gantt chart showing 100% completion for all tasks] |
|                  |   |                                       |                                                                           | Elaboración del nuevo diseño de polea                        | 100%        |                                                     |
|                  |   |                                       |                                                                           | Elaboración del diagrama de operaciones mejorado             | 100%        |                                                     |
|                  |   |                                       |                                                                           | Ejecución de toma de tiempo mejorado                         | 100%        |                                                     |
|                  |   |                                       |                                                                           | Elaboración del Indicador de productividad mejorado          | 100%        |                                                     |
|                  |   |                                       |                                                                           | Elaboración del Indicador del nivel de cumplimiento mejorado | 100%        |                                                     |
| <b>Verificar</b> | 6 | Revisar los resultados obtenidos      | Hojas de verificación, indicadores de control.                            | Check list de verificación                                   | 100%        |                                                     |
| <b>Actuar</b>    | 7 | Prevenir la recurrencia del problema  | Estandarización, inspección, supervisión y documentar                     | Evaluación de resultados                                     | 100%        |                                                     |
|                  |   |                                       |                                                                           | Impacto económico y costos de ahorro                         | 100%        |                                                     |
|                  | 8 | Conclusión                            |                                                                           | Capacitación al personal                                     | 100%        |                                                     |
|                  |   |                                       |                                                                           | Seuimiento de resultados en los próximos periodos            | 100%        |                                                     |

### 4.3.2 Fase 2: Hacer

#### Desarrollo del cuarto objetivo

Implementar la metodología de solución, que permita mejorar la productividad en la producción de poleas, en la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2022.

#### 4.3.2.1 Diagrama de operaciones inicial

Figura 18. DOP INICIAL

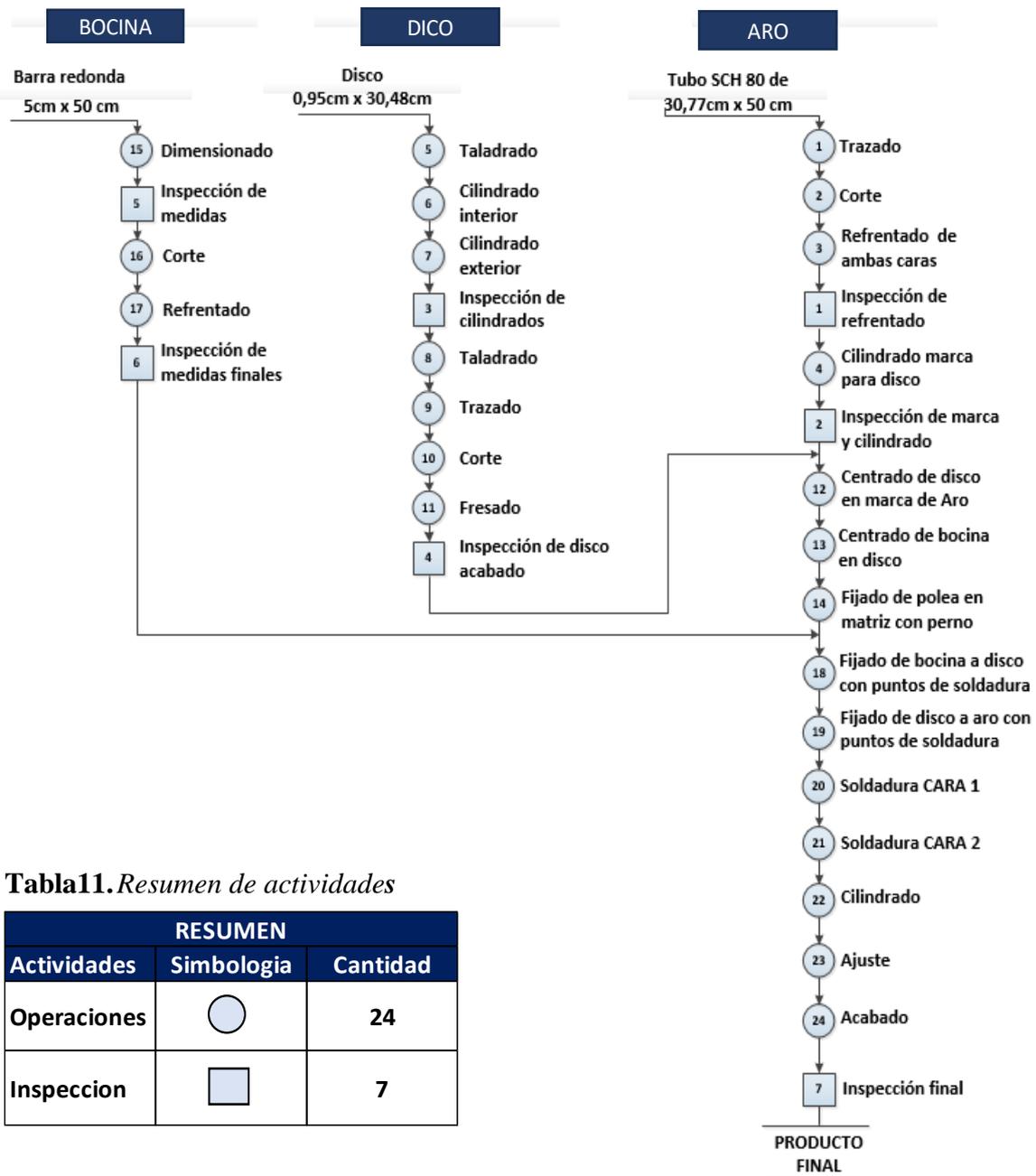


Tabla 11. Resumen de actividades

| RESUMEN     |            |          |
|-------------|------------|----------|
| Actividades | Simbología | Cantidad |
| Operaciones | ○          | 24       |
| Inspeccion  | □          | 7        |

### 4.3.2.2 Estudio de tiempos inicial.

#### Estudio de tiempos inicial de bocina

Se procedió a medir y registrar el tiempo en minutos, durante 10 días, como se muestra en la Tabla 10.

**Tabla12.** *Tiempos de bocina*

| ITEM            |                                 | DESCRIPCION DE OPERACIÓN |       | TIEMPO OBSERVADO (MIN) |       |       |       |       |       |       |       |   |   | F     |      | PROMEDIO TO (MIN) | V    | TN    | SUPL. | T STAND (MIN) |
|-----------------|---------------------------------|--------------------------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|-------|------|-------------------|------|-------|-------|---------------|
|                 |                                 | 1                        | 2     | 3                      | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |   |   |       |      |                   |      |       |       |               |
| 1               | DIMENSIONADO Y TRAZADO DE BARRA | 0.42                     | 0.35  | 0.38                   | 0.40  | 0.45  | 0.50  | 0.42  | 0.36  | 0.35  | 0.38  | 1 | 1 | 0.36  | 100% | 0.36              | 1.19 | 0.43  |       |               |
| 2               | CORTE                           | 5.32                     | 5.00  | 5.10                   | 5.21  | 5.15  | 5.00  | 5.30  | 4.90  | 4.80  | 5.10  | 1 | 1 | 5.09  | 125% | 6.36              | 1.19 | 7.57  |       |               |
| 3               | REFRENTADO                      | 8.20                     | 8.15  | 8.00                   | 8.20  | 8.10  | 8.20  | 8.10  | 8.20  | 8.10  | 8.30  | 1 | 1 | 8.16  | 100% | 8.16              | 1.19 | 9.70  |       |               |
| 4               | PERFORACION DE BARRA            | 9.98                     | 10.00 | 9.89                   | 9.80  | 9.50  | 9.90  | 9.96  | 9.90  | 9.95  | 9.40  | 1 | 1 | 9.83  | 75%  | 7.37              | 1.19 | 8.77  |       |               |
| 5               | INSPECION DE MEDIDAS            | 2.00                     | 1.85  | 1.90                   | 1.93  | 1.95  | 1.91  | 2.10  | 1.86  | 1.92  | 1.90  | 1 | 1 | 1.93  | 100% | 1.93              | 1.19 | 2.30  |       |               |
| 6               |                                 |                          |       |                        |       |       |       |       |       |       |       |   |   |       |      |                   |      |       |       |               |
| 7               |                                 |                          |       |                        |       |       |       |       |       |       |       |   |   |       |      |                   |      |       |       |               |
| 8               |                                 |                          |       |                        |       |       |       |       |       |       |       |   |   |       |      |                   |      |       |       |               |
| 9               |                                 |                          |       |                        |       |       |       |       |       |       |       |   |   |       |      |                   |      |       |       |               |
| TIEMPO DE CICLO |                                 | 25.92                    | 25.35 | 25.27                  | 25.14 | 25.15 | 25.51 | 25.88 | 25.22 | 25.12 | 25.08 |   |   | 25.36 |      | 24.18             |      | 28.77 |       |               |

V=VALORACION DEL RITMO / T.O = TIEMPO OBSERVADO / T.N = TIEMPO NORMAL / F= FRECUENCIA POR CICLO / SUPL = SUPLEMENTOS / T STAND = TIEMPO ESTANDAR

| SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO PORCENTAJE DE LOS TIEMPOS BÁSICOS, SEGÚN LA OIT |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| POR NECESIDADES PERSONALES                                                          | 5         |
| POR FATIGA                                                                          | 0         |
| POR POSTURA ANORMAL                                                                 | 4         |
| USO DE LA FUERZA O DE LA ENERGIA MUSCULAS 7,5 KG                                    | 0         |
| POR MALA ILUMINACION                                                                | 2         |
| CONCENTRACION INTENSA                                                               | 0         |
| RUIDO                                                                               | 2         |
| TENSION MENTAL                                                                      | 5         |
| MONOTOMIA                                                                           | 1         |
| TEDIO                                                                               | 0         |
| <b>SUPLEMENTOS</b>                                                                  | <b>19</b> |

| VALORACION DEL RITMO DE TRABAJO ( NORMA BRITANICA) |                                                                                                                        |      |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ESCALA                                             | DESCRIPCION                                                                                                            | KM/H |
| 0                                                  | ACTIVIDAD NULA                                                                                                         | 0    |
| 50                                                 | MUY LENTO, MOVIMIENTOS TORPES ,INSEGUROS, PARECE DORMIDO,SIN INTERES EN EL TRABAJO .                                   | 3.2  |
| 75                                                 | CONSTANTE,RESUELTO,SIN PRISA,COMO DE OBRERO NO PAGADO A DESTAJO,PERO BIEN DIRIGIDO,PARECE LENTO PERO NO PIERDE TIEMPO. | 4.8  |
| 100                                                | ACTIVO,CAPAZ,COMO DE OPERARIO CALIFICADO MEDIO,LOGRA CON TRANQUILIDAD EL NIVEL DE CALIDAD Y PRECISION.                 | 6.4  |
| 125                                                | MUY RAPIDO EL OPERARIO ACTUA CON GRAN SEGURIDAD, DESTREZA Y COORDINACION DE MOVIMIENTOS,MUY POR ENCIMA DEL ANTERIOR.   | 8    |
| 150                                                | EXCEPCIONALMENTE RAPIDO,CONCENTRACION Y ESFUERZO INTENSO,SIN PROBABILIDAD DE DURAR POR VARIOS PERIODOS .               | 9.6  |

Como se observa la Tabla 11 para hallar el tiempo estándar se utilizó los valores de los suplementos según la OIT (Organización Internacional del Trabajo) y la valoración del ritmo de trabajo según la NORMA BRITANICA, teniendo como tiempo estándar de la bocina 28.77 minutos que equivale a 0.48 horas esto quiere decir que se hacen 2 bocinas por hora.

### Estudio de tiempos inicial de disco

Se procedió a medir y registrar el tiempo en minutos, durante 10 días, como se muestra en la Tabla 11.

**Tabla13. Tiempos de disco**

| AREA :             |  | PRODUCCION            | PIEZA DE ESTUDIO: | DISCO | ESTUDIO Nº        | 1                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------|--|-----------------------|-------------------|-------|-------------------|--------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| PROCESO:           |  | FABRICACION DE POLEAS | HORAS POR PIEZA:  | 2.34  | HOJA Nº           | 1                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODO DE TRABAJO: |  | ESTUDIO DE TIEMPOS    | PIEZAS POR HORA:  | 0.43  | COMIENZO:         | 8:05 a. m.               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |                       |                   |       | FINAL:            | 1:05 p. m.               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |                       |                   |       | TIEMPO TRANS.     | 5 HORAS                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |                       |                   |       | Nº OPERARIO:      | 2                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |                       |                   |       | OBSERVADO POR:    | PAMELA JANKA ORTIZ OSTOS |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |                       |                   |       | FECHA DE ESTUDIO: | 2/05/2022 AL 13/05/2022  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| ITEM                   | DESCRIPCION DE OPERACIÓN               | TIEMPO OBSERVADO (MIN) |              |              |              |              |              |              |              |              |              | F | PROMEDIO TO (MIN) | V            | TN   | SUPL.         | T STAND (MIN) |               |
|------------------------|----------------------------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---|-------------------|--------------|------|---------------|---------------|---------------|
|                        |                                        | 1                      | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            | 8            | 9            | 10           |   |                   |              |      |               |               |               |
| 1                      | PERFORADO EN TORNO                     | 8.00                   | 8.20         | 8.10         | 8.20         | 8.10         | 8.30         | 8.10         | 8.20         | 8.10         | 8.30         | 1 | 1                 | 8.16         | 100% | 8.16          | 1.19          | 9.71          |
| 2                      | CILINDRADO INTERIOR                    | 15.32                  | 15.00        | 15.10        | 15.21        | 15.15        | 15.00        | 15.32        | 15.50        | 15.32        | 15.10        | 1 | 1                 | 15.20        | 100% | 15.20         | 1.19          | 18.09         |
| 3                      | CILINDRADO EXTERIOR                    | 15.10                  | 15.21        | 15.15        | 15.00        | 15.32        | 14.90        | 15.10        | 15.32        | 15.00        | 15.32        | 1 | 1                 | 15.14        | 100% | 15.14         | 1.19          | 18.02         |
| 4                      | INSPECCION DE CILINDRADOS              | 1.35                   | 1.38         | 1.42         | 1.36         | 1.45         | 1.50         | 1.42         | 1.36         | 1.35         | 1.38         | 1 | 1                 | 1.40         | 125% | 1.75          | 1.19          | 2.08          |
| 5                      | TRAZADO PARA PERFORACION DE 4 AGUJEROS | 4.91                   | 4.80         | 4.86         | 4.92         | 4.90         | 4.50         | 4.85         | 4.90         | 4.93         | 4.95         | 1 | 1                 | 4.85         | 75%  | 3.64          | 1.19          | 4.33          |
| 6                      | PERFORADO EN TALADRO                   | 17.50                  | 17.00        | 16.80        | 17.20        | 18.20        | 16.70        | 15.40        | 16.80        | 17.20        | 17.56        | 1 | 1                 | 17.04        | 100% | 17.036        | 1.19          | 20.27         |
| 7                      | CORTE                                  | 23.80                  | 24.76        | 24.80        | 25.21        | 25.15        | 24.90        | 24.70        | 24.80        | 23.90        | 25.10        | 1 | 1                 | 24.71        | 125% | 30.89         | 1.19          | 36.76         |
| 8                      | FRESADO                                | 32.20                  | 29.20        | 31.70        | 30.40        | 32.80        | 31.20        | 31.80        | 30.80        | 32.50        | 31.20        | 1 | 1                 | 31.38        | 75%  | 23.535        | 1.19          | 28.01         |
| 9                      | INSPECCION DE MEDIDAS EN DISCO         | 1.91                   | 2.10         | 1.86         | 1.92         | 1.90         | 2.00         | 1.85         | 1.90         | 1.93         | 1.95         | 1 | 1                 | 1.93         | 125% | 2.415         | 1.19          | 2.87          |
| <b>TIEMPO DE CICLO</b> |                                        | <b>44.68</b>           | <b>44.59</b> | <b>44.63</b> | <b>44.69</b> | <b>44.92</b> | <b>44.20</b> | <b>44.79</b> | <b>45.28</b> | <b>44.70</b> | <b>45.05</b> |   |                   | <b>61.79</b> |      | <b>117.77</b> |               | <b>140.14</b> |

V=VALORACION DEL RITMO / T.O = TIEMPO OBSERVADO / T.N = TIEMPO NORMAL / F= FRECUENCIA POR CICLO / SUPL = SUPLEMENTOS / T STAND = TIEMPO ESTANDAR

| SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO PORCENTAJE DE LOS TIEMPOS BÁSICOS, SEGÚN LA OIT |  |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------|
| POR NECESIDADES PERSONALES                                                          |  | 5         |
| POR FATIGA                                                                          |  | 0         |
| POR POSTURA ANORMAL                                                                 |  | 4         |
| USO DE LA FUERZA O DE LA ENERGIA MUSCULAS 7,5 KG                                    |  | 0         |
| POR MALA ILUMINACION                                                                |  | 2         |
| CONCENTRACION INTENSA                                                               |  | 0         |
| RUIDO                                                                               |  | 2         |
| TENSION MENTAL                                                                      |  | 5         |
| MONOTOMIA                                                                           |  | 1         |
| TEDIO                                                                               |  | 0         |
| <b>SUPLEMENTOS</b>                                                                  |  | <b>19</b> |

| VALORACION DEL RITMO DE TRABAJO ( NORMA BRITANICA) |                                                                                                                        |      |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ESCALA                                             | DESCRIPCION                                                                                                            | KM/H |
| 0                                                  | ACTIVIDAD NULA                                                                                                         | 0    |
| 50                                                 | MUY LENTO, MOVIMIENTOS TORPES ,INSEGUROS, PARECE DORMIDO,SIN INTERES EN EL TRABAJO .                                   | 3.2  |
| 75                                                 | CONSTANTE,RESUELTO,SIN PRISA,COMO DE OBRERO NO PAGADO A DESTAJO,PERO BIEN DIRIGIDO,PARECE LENTO PERO NO PIERDE TIEMPO. | 4.8  |
| 100                                                | ACTIVO,CAPAZ,COMO DE OPERARIO CALIFICADO MEDIO,LOGRA CON TRANQUILIDAD EL NIVEL DE CALIDAD Y PRECISION.                 | 6.4  |
| 125                                                | MUY RAPIDO EL OPERARIO ACTUA CON GRAN SEGURIDAD, DESTREZA Y COORDINACION DE MOVIMIENTOS,MUY POR ENCIMA DEL ANTERIOR.   | 8    |
| 150                                                | EXCEPCIONALMENTE RAPIDO,CONCENTRACION Y ESFUERZO INTENSO,SIN PROBAPILIDAD DE DURAR POR VARIOS PERIODOS .               | 9.6  |

Como se observa la Tabla 12 para hallar el tiempo estándar se utilizó los valores de los suplementos según la OIT (Organización Internacional del Trabajo) y la valoración del ritmo de trabajo según la NORMA BRITANICA, teniendo como tiempo estándar de la bocina 140.14 minutos que equivale a 2.34 horas esto quiere decir que se hacen 0 discos por hora.

### Estudio de tiempos inicial de aro

Se procedió a medir y registrar el tiempo en minutos, durante 10 días, como se muestra en la Tabla 12.

**Tabla 14. Tiempos de Aro**

| AREA :             |  | PRODUCCION            | PIEZA DE ESTUDIO: | ARO  | ESTUDIO N°        | 1                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------|--|-----------------------|-------------------|------|-------------------|--------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| PROCESO:           |  | FABRICACION DE POLEAS | HORAS POR PIEZA:  | 3.14 | HOJA N°           | 1                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODO DE TRABAJO: |  | ESTUDIO DE TIEMPOS    | PIEZAS POR HORA:  | 0.32 | COMIENZO:         | 8:05 a. m.               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |                       |                   |      | FINAL:            | 1:05 p. m.               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |                       |                   |      | TIEMPO TRANS.     | 5 HORAS                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |                       |                   |      | N° OPERARIO:      | 2                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |                       |                   |      | OBSERVADO POR:    | PAMELA JANKA ORTIZ OSTOS |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |                       |                   |      | FECHA DE ESTUDIO: | 2/05/2022 AL 13/05/2022  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| ITEM            | DESCRIPCION DE OPERACIÓN                         | TIEMPO OBSERVADO (MIN) |        |        |        |        |        |        |        |        |        | F | PROMEDIO TO (MIN) | V      | TN   | SUPL.  | T STAND (MIN) |        |
|-----------------|--------------------------------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|-------------------|--------|------|--------|---------------|--------|
|                 |                                                  | 1                      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |   |                   |        |      |        |               |        |
| 1               | TRAZADO EN TORNO                                 | 12.68                  | 12.52  | 11.70  | 12.69  | 12.19  | 11.80  | 12.68  | 12.34  | 12.28  | 11.74  | 1 | 1                 | 12.26  | 75%  | 9.20   | 1.19          | 10.94  |
| 2               | CORTE                                            | 5.21                   | 5.15   | 5.00   | 5.30   | 4.90   | 4.80   | 5.10   | 5.15   | 5.00   | 5.30   | 1 | 1                 | 5.09   | 100% | 5.09   | 1.19          | 6.06   |
| 3               | REFRENTADO AMBAS CARAS                           | 24.70                  | 24.66  | 24.96  | 24.36  | 25.76  | 24.90  | 25.10  | 25.32  | 25.00  | 25.32  | 1 | 1                 | 25.01  | 100% | 25.01  | 1.19          | 29.76  |
| 4               | INSPECCION DE REFRENTADO                         | 1.95                   | 1.91   | 2.10   | 1.86   | 1.92   | 2.10   | 1.86   | 1.95   | 1.91   | 2.10   | 1 | 1                 | 1.97   | 125% | 2.46   | 1.19          | 2.92   |
| 5               | CILINDRADO MARCA PARA DISCO                      | 14.66                  | 15.63  | 15.25  | 14.58  | 15.66  | 14.70  | 14.66  | 14.96  | 14.36  | 15.76  | 1 | 1                 | 15.02  | 100% | 15.02  | 1.19          | 17.88  |
| 6               | INSPECCION DE MARCA PARA DISCO                   | 1.95                   | 1.91   | 2.10   | 1.86   | 1.92   | 1.90   | 1.91   | 2.10   | 1.86   | 1.92   | 1 | 1                 | 1.94   | 125% | 2.43   | 1.19          | 2.89   |
| 7               | CENTRADO DE DISCO EN MARCA DE ARO                | 4.50                   | 4.85   | 4.90   | 4.93   | 4.95   | 4.85   | 4.93   | 4.50   | 4.85   | 4.90   | 1 | 1                 | 4.82   | 100% | 4.82   | 1.19          | 5.73   |
| 8               | CENTRADO DE BOCINA EN DISCO                      | 1.86                   | 1.92   | 1.90   | 1.91   | 2.10   | 1.91   | 2.10   | 1.86   | 1.92   | 1.88   | 1 | 1                 | 1.94   | 100% | 1.94   | 1.19          | 2.30   |
| 9               | FIJADO DE POLEA EN MATRIZ CON PERNO              | 4.93                   | 4.95   | 4.85   | 4.93   | 4.50   | 4.85   | 4.90   | 4.85   | 4.90   | 4.93   | 1 | 1                 | 4.86   | 90%  | 4.37   | 1.19          | 5.20   |
| 10              | FIJADO DE BOCINA A DISCO CON PUNTOS DE SOLDADURA | 1.92                   | 1.88   | 1.86   | 1.92   | 1.90   | 1.91   | 2.10   | 1.91   | 2.10   | 1.86   | 1 | 1                 | 1.94   | 90%  | 1.74   | 1.19          | 2.07   |
| 11              | FIJADO DE DISCO A ARO CON PUNTOS DE SOLDADURA    | 4.85                   | 4.93   | 4.50   | 4.85   | 4.90   | 4.50   | 4.85   | 4.90   | 4.95   | 4.85   | 1 | 1                 | 4.81   | 90%  | 4.33   | 1.19          | 5.15   |
| 12              | SOLDADURA CARA 1                                 | 15.25                  | 14.58  | 15.66  | 14.70  | 14.66  | 14.96  | 14.70  | 14.66  | 14.96  | 14.36  | 1 | 1                 | 14.85  | 85%  | 12.62  | 1.19          | 15.02  |
| 13              | SOLDADURA CARA 2                                 | 15.66                  | 14.70  | 14.66  | 14.96  | 14.70  | 14.66  | 14.96  | 14.36  | 14.58  | 15.66  | 1 | 1                 | 14.89  | 85%  | 12.66  | 1.19          | 15.06  |
| 14              | CILINDRADO DE POLEA                              | 25.76                  | 24.90  | 25.10  | 25.32  | 25.00  | 25.32  | 24.66  | 24.96  | 24.36  | 25.76  | 1 | 1                 | 25.11  | 75%  | 18.84  | 1.19          | 22.41  |
| 15              | AJUSTES DE POLEA EN TORNO                        | 8.20                   | 8.10   | 8.18   | 8.10   | 8.22   | 8.10   | 8.30   | 8.15   | 8.18   | 8.10   | 1 | 1                 | 8.16   | 100% | 8.16   | 1.19          | 9.71   |
| 16              | CEPILLADO CANAL CHAVETERO                        | 24.90                  | 25.10  | 25.32  | 25.00  | 25.32  | 25.10  | 25.32  | 25.00  | 25.32  | 24.66  | 1 | 1                 | 25.10  | 75%  | 18.83  | 1.19          | 22.41  |
| 17              | ACABADO                                          | 8.30                   | 8.15   | 8.18   | 8.10   | 8.10   | 8.18   | 8.10   | 8.22   | 8.10   | 8.20   | 1 | 1                 | 8.16   | 100% | 8.16   | 1.19          | 9.71   |
| 18              | INSPECCION FINAL                                 | 2.10                   | 1.86   | 1.92   | 1.86   | 1.92   | 1.90   | 1.91   | 2.10   | 1.86   | 1.92   | 1 | 1                 | 1.94   | 125% | 2.42   | 1.19          | 2.88   |
| TIEMPO DE CICLO |                                                  | 179.38                 | 177.70 | 178.14 | 177.23 | 178.62 | 176.44 | 178.14 | 177.29 | 176.49 | 179.22 |   |                   | 177.87 |      | 158.08 |               | 188.12 |

V=VALORACION DEL RITMO / T.O = TIEMPO OBSERVADO / T.N = TIEMPO NORMAL / F= FRECUENCIA POR CICLO / SUPL = SUPLEMENTOS / T STAND = TIEMPO ESTANDAR

| SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO PORCENTAJE DE LOS TIEMPOS BÁSICOS, SEGÚN LA OIT |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| POR NECESIDADES PERSONALES                                                          | 5         |
| POR FATIGA                                                                          | 0         |
| POR POSTURA ANORMAL                                                                 | 4         |
| USO DE LA FUERZA O DE LA ENERGIA MUSCULAS 7,5 KG                                    | 0         |
| POR MALA ILUMINACION                                                                | 2         |
| CONCENTRACION INTENSA                                                               | 0         |
| RUIDO                                                                               | 2         |
| TENSION MENTAL                                                                      | 5         |
| MONOTOMIA                                                                           | 1         |
| TEDIO                                                                               | 0         |
| <b>SUPLEMENTOS</b>                                                                  | <b>19</b> |

| VALORACION DEL RITMO DE TRABAJO ( NORMA BRITANICA) |                                                                                                                             |      |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ESCALA                                             | DESCRIPCION                                                                                                                 | KM/H |
| 0                                                  | ACTIVIDAD NULA                                                                                                              | 0    |
| 50                                                 | MUY LENTO, MOVIMIENTOS TORPES, INSEGUROS, PARECE DORMIDO, SIN INTERES EN EL TRABAJO .                                       | 3.2  |
| 75                                                 | CONSTANTE, RESUELTO, SIN PRISA, COMO DE OBRERO NO PAGADO A DESTAJO, PERO BIEN DIRIGIDO, PARECE LENTO PERO NO PIERDE TIEMPO. | 4.8  |
| 100                                                | ACTIVO, CAPAZ, COMO DE OPERARIO CALIFICADO MEDIO, LOGRA CON TRANQUILIDAD EL NIVEL DE CALIDAD Y PRECISION.                   | 6.4  |
| 125                                                | MUY RAPIDO EL OPERARIO ACTUA CON GRAN SEGURIDAD, DESTREZA Y COORDINACION DE MOVIMIENTOS, MUY POR ENCIMA DEL ANTERIOR.       | 8    |
| 150                                                | EXCEPCIONALMENTE RAPIDO, CONCENTRACION Y ESFUERZO INTENSO, SIN PROBABILIDAD DE DURAR POR VARIOS PERIODOS .                  | 9.6  |

Como se observa la Tabla 13 para hallar el tiempo estándar se utilizó los valores de los suplementos según la OIT (Organización Internacional del Trabajo) y la valoración del ritmo de trabajo según la NORMA BRITANICA, teniendo como tiempo estándar de la bocina 188.12 minutos que equivale a 3.14 horas esto quiere decir que se hacen 0 Aro por hora.

#### 4.3.2.3 Tiempo estándar de la producción de poleas inicial

Se procedió a determinar el tiempo estándar para la producción de una polea, sumando los tiempos estándar de los 3 elementos de la polea, saliendo como tiempo estándar 5.96 horas, como se muestra en la tabla 13.

**Tabla15.** *Tiempo estándar de la producción de poleas.*

| RESUMEN DE TIEMPO ESTANDAR      |             |              |
|---------------------------------|-------------|--------------|
| Tiempo estandar de bocina       | 0.48        | horas        |
| Tiempo estandar de disco        | 2.34        | horas        |
| Tiempo estandar de aro          | 3.14        | horas        |
| <b>Total de tiempo estandar</b> | <b>5.96</b> | <b>horas</b> |

#### 4.3.2.4 Productividad inicial de la producción de poleas

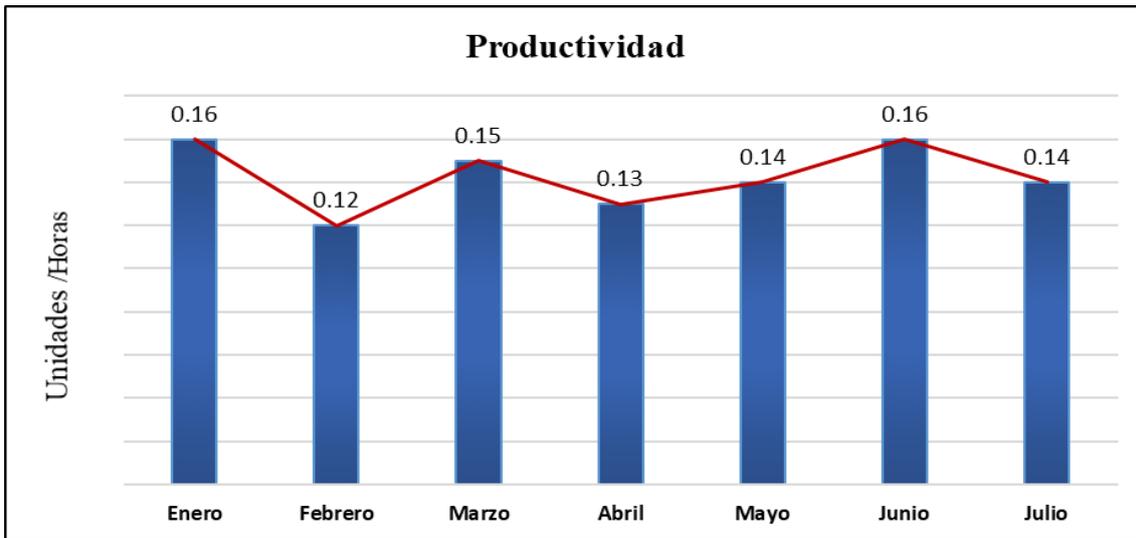
La productividad actual se calculó en base a los datos históricos de los primeros 7 meses del año 2022, los que fueron brindados por la empresa, según se muestra en tabla 14, dicha productividad se hallara con la siguiente formula:

$$\text{Productividad} = \text{Unidades producidas} / \text{horas trabajadas}$$

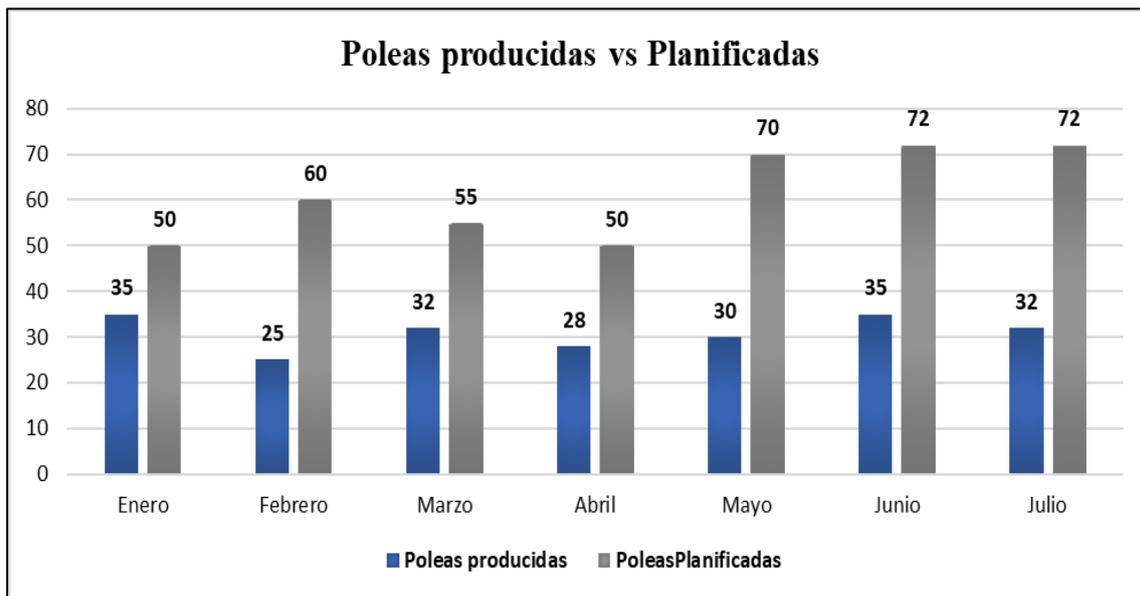
**Tabla16.** *Datos históricos*

|                        | AÑO 2022                  |             |             |             |             |             |             |
|------------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                        | Enero                     | Febrero     | Marzo       | Abril       | Mayo        | Junio       | Jjulio      |
| Poleas planificadas    | 50 unidades               | 60 unidades | 55 unidades | 50 unidades | 80 unidades | 72 unidades | 72 unidades |
| Poleas producidas      | 35 unidades               | 25 unidades | 32 unidades | 28 unidades | 30 unidades | 35 unidades | 32 unidades |
| Horas trabajadas       | 216 horas                 | 217 horas   | 218 horas   | 219 horas   | 220 horas   | 221 horas   | 222 horas   |
| Productividad          | 0.16                      | 0.12        | 0.15        | 0.13        | 0.14        | 0.16        | 0.14        |
|                        | und/hora                  | und/hora    | und/hora    | und/hora    | und/hora    | und/hora    | und/hora    |
| Productividad Promedio | <b>0.14 unidades/hora</b> |             |             |             |             |             |             |

**Gráfica 1.** *Indicador de productividad*



**Gráfica 2.** *Producción real vs producción planificada*

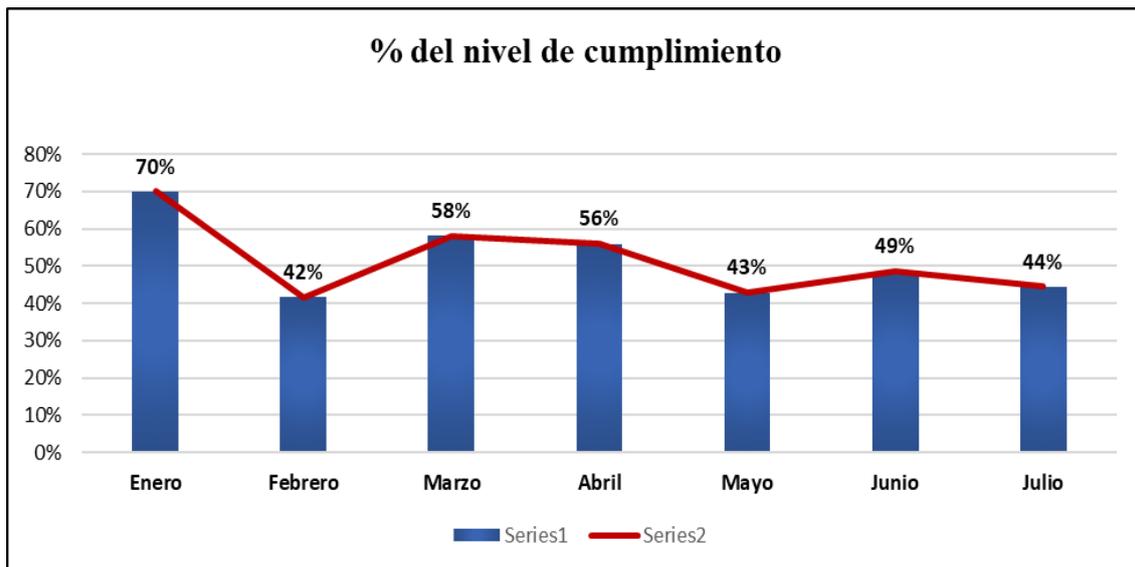


Como se puede observar en la Tabla 16, la productividad promedio en los primeros 7 meses del año 2022 es de 0.14 unidades/hora, lo que quiere decir que una polea se produce 5.96 horas como se muestra en la Tabla 15, según la producción planificada en base a los pedidos con la productividad actual, no se está cumpliendo con lo planificado según se

observa en la Gráfica 2, teniendo un nivel de cumplimiento del 52% como se puede observar en la gráfica 3, calculada con la siguiente formula:

$$\text{Nivel cumplimiento} = (\text{Unidades producidas} / \text{Unidades planificadas}) \times 100$$

**Gráfica 3.** Nivel de cumplimiento



Para cumplir con la producción planificada se debe producir 2 unidades diarias, en la actualidad para cumplir con lo planificado se tendría que trabajar 4 horas extras, lo cual esto con lleva a un incremento de costos de producción actual (Tabla) 17, lo que no es favorable para la empresa.

**Tabla17.** Costos de producción actual

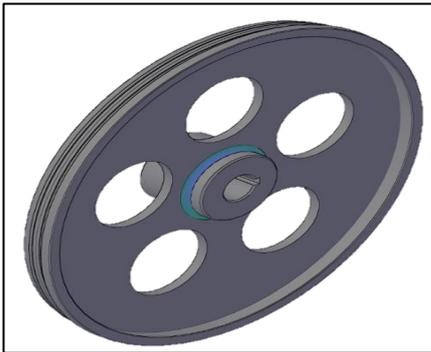
| Mano de obra                   | Ayudante | Soldador tig | Tornero Fresador | Otros costos | Total            |
|--------------------------------|----------|--------------|------------------|--------------|------------------|
| Costo                          | \$ 20.00 | \$ 70.00     | \$ 140.00        | \$ -         | \$ 230.00        |
| Materiales                     | Aro 12"  | Disco de 12" | Barra de 2 1/2"  | Otros costos | Total            |
| Costo                          | \$ 85.00 | \$ 115.00    | \$ 30.00         | \$ 20.00     | \$ 250.00        |
| <b>COSTO UNITARIO DE POLEA</b> |          |              |                  |              | <b>\$ 480.00</b> |

### 4.3.3 Implementación de mejora

Con el diagnóstico inicial se obtuvo como resultado que, para mejorar la productividad, se tiene que reducir el tiempo estándar de producción actual, para ello se realizará un nuevo diseño de polea y una nueva distribución de planta, así evitar operaciones y recorridos innecesarios.

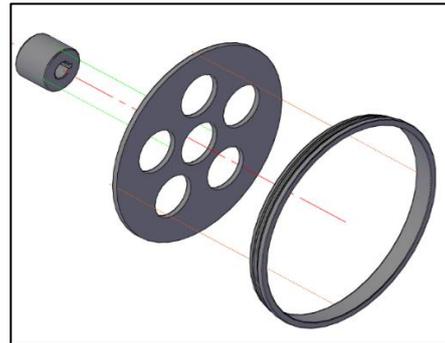
**Figura 19.**

**Diseño mejorado de polea**



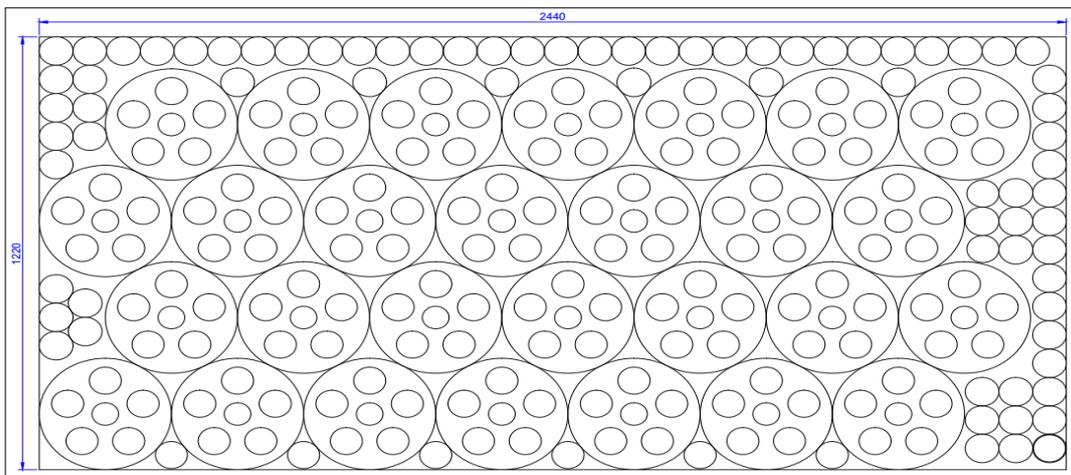
**Figura 20.**

**Despiece de polea de diseño mejorado**



Al cambiar de diseño la polea se está optimizando el material ya que inicialmente los cortes que se realizaban eran mermados, ahora los cortes son utilizados para perillas. Ahora ya no se compran discos, si no, planchas que se envían al servicio de corte laser, llegando así el disco listo para el ensamble de la polea.

**Figura 21. Diseño de plancha para corte laser.**



### 4.3.3.1 Diagrama de operaciones mejorado

Figura 22. DOP mejorado

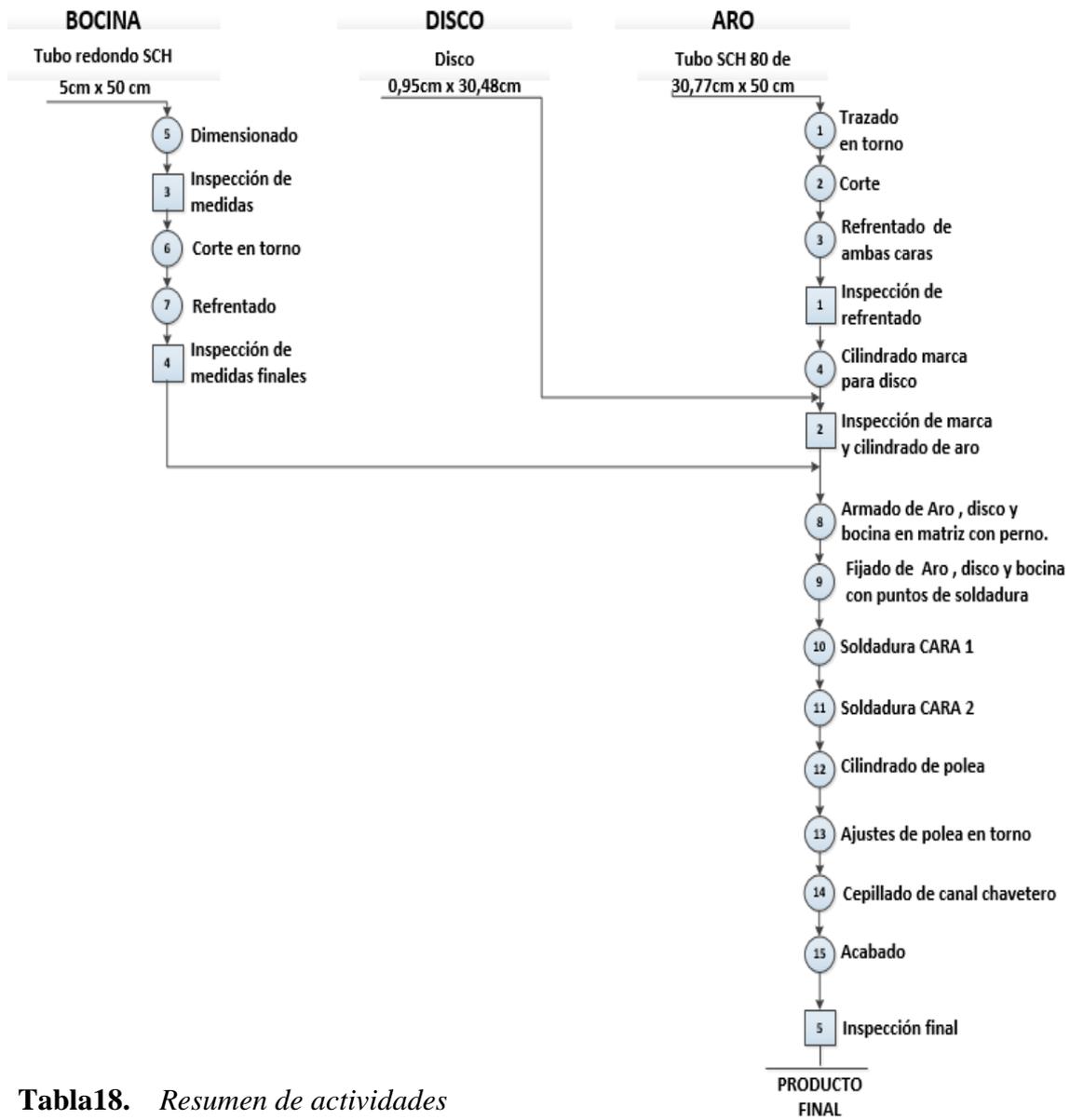


Tabla 18. Resumen de actividades

| RESUMEN     |            |          |
|-------------|------------|----------|
| Actividades | Simbología | Cantidad |
| Operaciones | ○          | 15       |
| Inspeccion  | □          | 5        |

### 4.3.3.2 Estudio de tiempos mejorado.

#### Estudio de tiempos mejorado de bocina

Se procedió a medir y registrar el tiempo en minutos, durante 10 días, como se muestra en la Tabla 17.

**Tabla19.** *Tiempos de bocina*

| AREA :             |  | PRODUCCION            | PIEZA DE ESTUDIO: | BOCINA | ESTUDIO Nº        | 1                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------|--|-----------------------|-------------------|--------|-------------------|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| PROCESO:           |  | FABRICACION DE POLEAS | HORAS POR PIEZA:  | 0.35   | HOJA Nº           | 1                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODO DE TRABAJO: |  | ESTUDIO DE TIEMPOS    | PIEZAS POR HORA:  | 2.89   | COMIENZO:         | 8:05 a. m.                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |                       |                   |        | FINAL:            | 1:05 p. m.                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |                       |                   |        | TIEMPO TRANS.     | 5 HORAS                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |                       |                   |        | Nº OPERARIO:      | 2                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |                       |                   |        | OBSERVADO POR:    | PAMELA ORTIZ / LETICIA ALFARO |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |                       |                   |        | FECHA DE ESTUDIO: | 10/10/2022 AL 24/10/2022      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| ITEM                                                                                                                                             | DESCRIPCION DE OPERACIÓN           | TIEMPO OBSERVADO (MIN) |              |              |              |              |              |              |              |              |              | F | PROMEDIO TO (MIN) | V            | TN   | SUPL.        | T STAND (MIN) |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---|-------------------|--------------|------|--------------|---------------|------|
|                                                                                                                                                  |                                    | 1                      | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            | 8            | 9            | 10           |   |                   |              |      |              |               |      |
| 1                                                                                                                                                | DIMENSIONADO Y TRAZADO DE TUBO SCH | 0.42                   | 0.35         | 0.38         | 0.40         | 0.45         | 0.50         | 0.42         | 0.36         | 0.35         | 0.38         | 1 | 1                 | 0.36         | 100% | 0.36         | 1.19          | 0.43 |
| 2                                                                                                                                                | CORTE                              | 4.00                   | 4.20         | 3.90         | 4.15         | 4.00         | 3.90         | 4.15         | 4.00         | 4.00         | 4.20         | 1 | 1                 | 4.05         | 125% | 5.06         | 1.19          | 6.02 |
| 3                                                                                                                                                | INSPECIÓN DE MEDIDAS               | 2.00                   | 1.85         | 1.90         | 1.93         | 1.95         | 1.91         | 2.10         | 1.86         | 1.92         | 1.90         | 1 | 1                 | 1.93         | 100% | 1.93         | 1.19          | 2.30 |
| 4                                                                                                                                                | REFRENTADO                         | 8.20                   | 8.15         | 8.00         | 8.20         | 8.10         | 8.20         | 8.10         | 8.20         | 8.30         |              | 1 | 1                 | 8.16         | 100% | 8.16         | 1.19          | 9.70 |
| 5                                                                                                                                                | INSPECIÓN DE MEDIDAS               | 2.00                   | 1.85         | 1.90         | 1.93         | 1.95         | 1.91         | 2.10         | 1.86         | 1.92         | 1.90         | 1 | 1                 | 1.93         | 100% | 1.93         | 1.19          | 2.30 |
| 6                                                                                                                                                |                                    |                        |              |              |              |              |              |              |              |              |              |   |                   |              |      |              |               |      |
| 7                                                                                                                                                |                                    |                        |              |              |              |              |              |              |              |              |              |   |                   |              |      |              |               |      |
| 8                                                                                                                                                |                                    |                        |              |              |              |              |              |              |              |              |              |   |                   |              |      |              |               |      |
| 9                                                                                                                                                |                                    |                        |              |              |              |              |              |              |              |              |              |   |                   |              |      |              |               |      |
| <b>TIEMPO DE CICLO</b>                                                                                                                           |                                    | <b>16.62</b>           | <b>16.40</b> | <b>16.08</b> | <b>16.21</b> | <b>16.45</b> | <b>16.42</b> | <b>16.87</b> | <b>16.28</b> | <b>16.29</b> | <b>16.68</b> |   |                   | <b>16.43</b> |      | <b>17.44</b> | <b>20.76</b>  |      |
| V=VALORACION DEL RITMO / T.O = TIEMPO OBSERVADO / T.N = TIEMPO NORMAL / F= FRECUENCIA POR CICLO / SUPL = SUPLEMENTOS / T STAND = TIEMPO ESTANDAR |                                    |                        |              |              |              |              |              |              |              |              |              |   |                   |              |      |              |               |      |

| SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO PORCENTAJE DE LOS TIEMPOS BÁSICOS, SEGÚN LA OIT |  |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------|
| POR NECESIDADES PERSONALES                                                          |  | 5         |
| POR FATIGA                                                                          |  | 0         |
| POR POSTURA ANORMAL                                                                 |  | 4         |
| USO DE LA FUERZA O DE LA ENERGIA MUSCULAS 7,5 KG                                    |  | 0         |
| POR MALA ILUMINACION                                                                |  | 2         |
| CONCENTRACION INTENSA                                                               |  | 0         |
| RUIDO                                                                               |  | 2         |
| TENSION MENTAL                                                                      |  | 5         |
| MONOTOMIA                                                                           |  | 1         |
| TEDIO                                                                               |  | 0         |
| <b>SUPLEMENTOS</b>                                                                  |  | <b>19</b> |

| VALORACION DEL RITMO DE TRABAJO ( NORMA BRITANICA) |                                                                                                                        |      |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ESCALA                                             | DESCRIPCION                                                                                                            | KM/H |
| 0                                                  | ACTIVIDAD NULA                                                                                                         | 0    |
| 50                                                 | MUY LENTO, MOVIMIENTOS TORPES ,INSEGUROS, PARECE DORMIDO,SIN INTERES EN EL TRABAJO .                                   | 3.2  |
| 75                                                 | CONSTANTE,RESUELTO,SIN PRISA,COMO DE OBRERO NO PAGADO A DESTAJO,PERO BIEN DIRIGIDO,PARECE LENTO PERO NO PIERDE TIEMPO. | 4.8  |
| 100                                                | ACTIVO,CAPAZ,COMO DE OPERARIO CALIFICADO MEDIO,LOGRA CON TRANQUILIDAD EL NIVEL DE CALIDAD Y PRECISION.                 | 6.4  |
| 125                                                | MUY RAPIDO EL OPERARIO ACTUA CON GRAN SEGURIDAD, DESTREZA Y COORDINACION DE MOVIMIENTOS,MUY POR ENCIMA DEL ANTERIOR.   | 8    |
| 150                                                | EXCEPCIONALMENTE RAPIDO,CONCENTRACION Y ESFUERZO INTENSO,SIN PROBABILIDAD DE DURAR POR VARIOS PERIODOS .               | 9.6  |

Como se observa la Tabla 11 para hallar el tiempo estándar se utilizó los valores de los suplementos según la OIT (Organización Internacional del Trabajo) y la valoración del ritmo de trabajo según la NORMA BRITANICA, teniendo como tiempo estándar de la bocina 20.76 minutos que equivale a 0.35 horas esto quiere decir que se hacen 3 bocinas por hora.



#### 4.3.3.3 Estándar de la producción de poleas mejorado

Se procedió a determinar el tiempo estándar para la producción de una polea después de la mejora, teniendo como nuevo tiempo estándar 3.31 horas, como se muestra en la tabla 19.

**Tabla21.** *Tiempo estándar de la producción de poleas.*

| RESUMEN DE TIEMPO ESTANDAR      |             |              |
|---------------------------------|-------------|--------------|
| Tiempo estandar de bocina       | 0.35        | horas        |
| Tiempo estandar de disco        | 0           | horas        |
| Tiempo estandar de aro          | 2.97        | horas        |
| <b>Total de tiempo estandar</b> | <b>3.31</b> | <b>horas</b> |

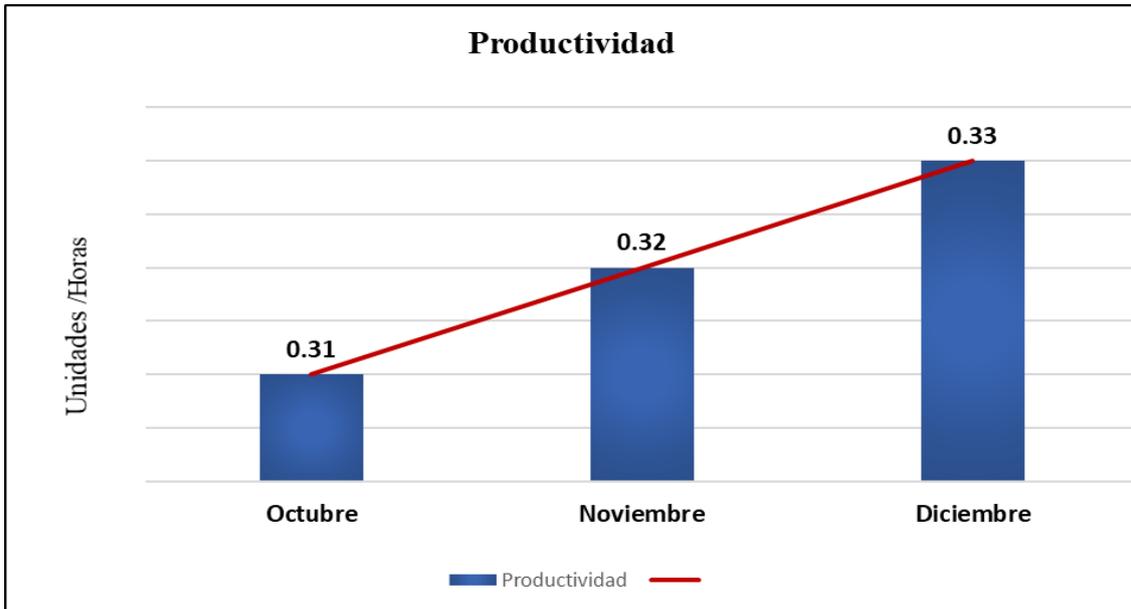
#### 4.3.3.4 Productividad mejorada de la producción de poleas

**Tabla22.** *Datos después de la mejora*

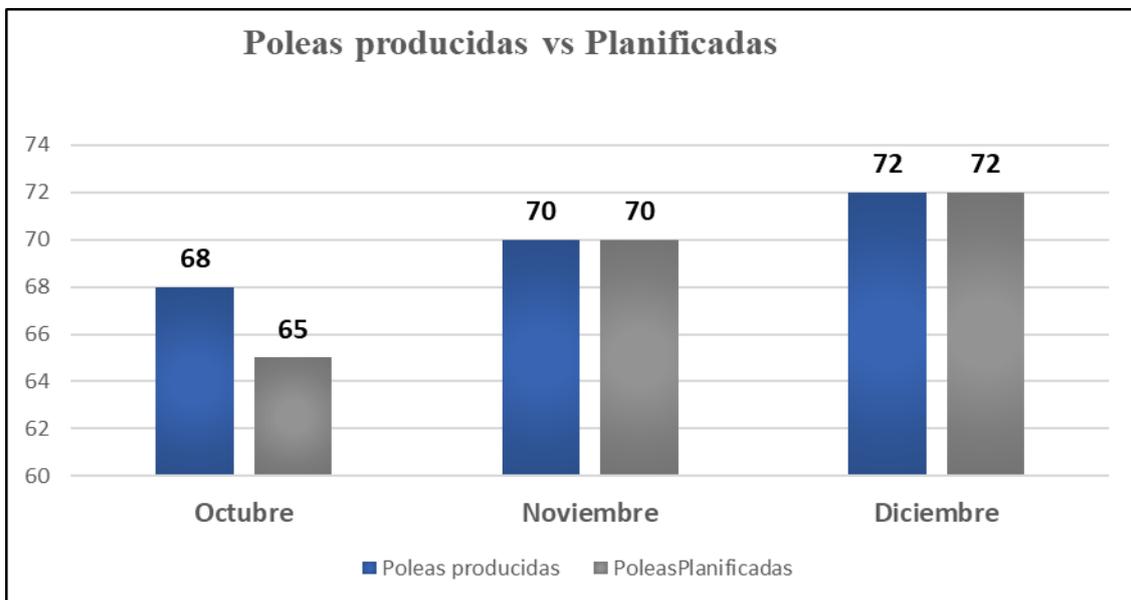
|                        | AÑO 2022                  |               |           |               |           |               |
|------------------------|---------------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|
|                        | Octubre                   |               | Noviembre |               | Diciembre |               |
| Poleas planificadas    | 65                        | unidades      | 70        | unidades      | 72        | unidades      |
| Poleas producidas      | 68                        | unidades      | 70        | unidades      | 72        | unidades      |
| Horas trabajadas       | 216                       | horas         | 217       | horas         | 218       | horas         |
| Productividad          | 0.31                      | unidades/hora | 0.32      | unidades/hora | 0.33      | unidades/hora |
| Productividad Promedio | <b>0.32 Unidades/Hora</b> |               |           |               |           |               |

En la Tabla 22 se muestra los datos luego de la implementación del estudio de tiempo y el nuevo diseño de poleas.

**Gráfica 4.** *Indicador de productividad mejorado*

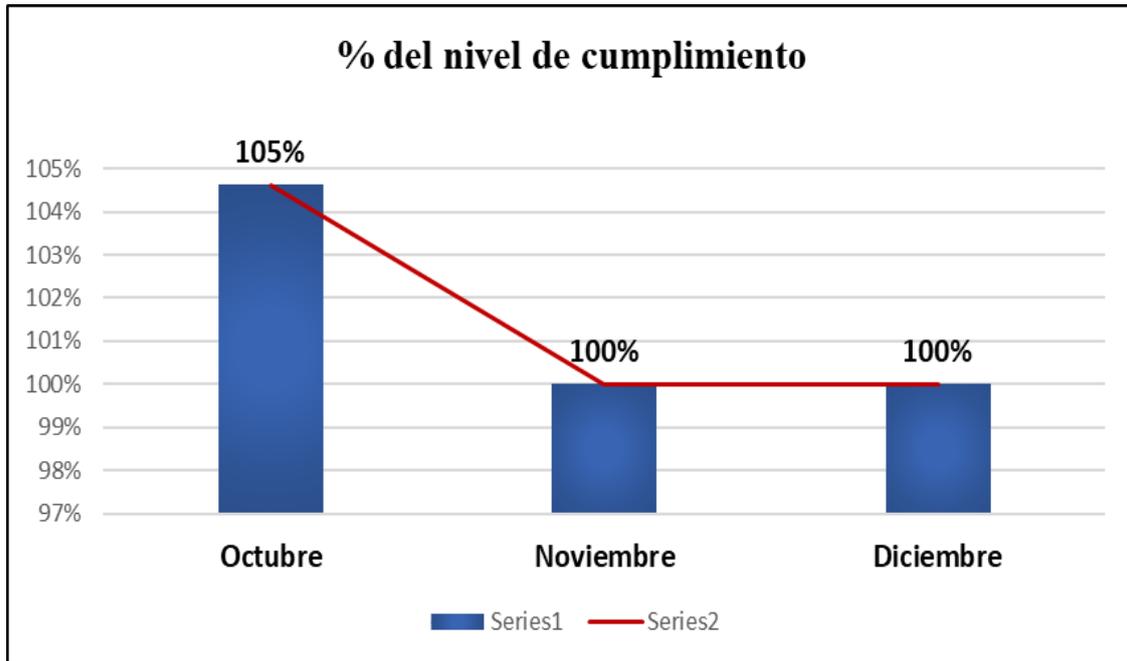


**Gráfica 5.** *Producción real vs producción planificada*



Como se muestra en la Gráfica 4 y 5 luego de implementación del estudio de tiempo y el nuevo diseño de poleas que el indicador del nivel de cumplimiento es un 100%.

**Gráfica 6.** Nivel de cumplimiento



En la Gráfica 6 se muestra luego de implementación del estudio de tiempo y el nuevo diseño de poleas que el indicador del nivel de cumplimiento es un 100%, cumpliendo así con la producción planificada, reduciendo el costo de producción como se observa en la Tabla 21, lo que es favorable para la empresa.

**Tabla23.** Costos de producción unitario mejorado

| Mano de obra                   | Ayudante | Soldador tig | Tornero Fresador | Otros costos | Total            |
|--------------------------------|----------|--------------|------------------|--------------|------------------|
| Costo                          | \$ 15.00 | \$ 70.00     | \$ 115.00        | \$ -         | \$ 200.00        |
| Materiales                     | Aro 12"  | Disco de 12" | Tubo SCH         | Otros costos | Total            |
| Costo                          | \$ 85.00 | \$ 70.00     | \$ 35.00         | \$ 20.00     | \$ 210.00        |
| <b>COSTO UNITARIO DE POLEA</b> |          |              |                  |              | <b>\$ 410.00</b> |

Como se muestra en la Tabla 23 luego de implementación del estudio de tiempo y el nuevo diseño de poleas se tiene como nuevo costo de producción de una polea \$ 410.00 dólares americanos.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.4 Fase 3: Verificar

De acuerdo con lo implementado en la FASE 2: HACER se procedió a verificar la ejecución de las actividades planificadas:

**Tabla24.** *Check list*

| Evaluación y diagnostico inicial                                       |                           |    |                                                            |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----|------------------------------------------------------------|
| Verificación de actividades                                            | ¿Se realizó la actividad? |    | ¿ Si la respuesta es SI, donde se visualiza la actividad ? |
|                                                                        | SI                        | NO |                                                            |
| Elaboración del diagrama de operaciones inicial.                       | ✓                         |    | Se muestra en la Figura 5                                  |
| Ejecución de toma de tiempos inicial.                                  | ✓                         |    | Se muestra en la Tabla 12 , 13 y 14                        |
| Elaboración y cálculo del tiempo estándar inicial.                     | ✓                         |    | Se muestra en la Tabla 15                                  |
| Elaboración y cálculo del indicador de productividad inicial.          | ✓                         |    | Se muestra en la Tabla 16                                  |
| Elaboración y cálculo del indicador de nivel de cumplimiento inicial.  | ✓                         |    | Se muestra en la Gráfica 3                                 |
| Implementación de la mejora                                            |                           |    |                                                            |
| Verificación de actividades                                            | ¿Se realizó la actividad? |    | ¿ Si la respuesta es SI, donde se visualiza la actividad ? |
|                                                                        | SI                        | NO |                                                            |
| Elaboración de nuevo diseño de polea.                                  | ✓                         |    | Se muestra en la Figura 6 Y 7                              |
| Elaboración del diagrama de operaciones mejorado.                      | ✓                         |    | Se muestra en la Figura 9                                  |
| Ejecución de toma de tiempos mejorado.                                 | ✓                         |    | Se muestra en la Tabla 19 y 20                             |
| Elaboración y cálculo del tiempo estándar mejorado.                    | ✓                         |    | Se muestra en la Tabla 21                                  |
| Elaboración y cálculo del indicador de productividad mejorado.         | ✓                         |    | Se muestra en la Tabla 22                                  |
| Elaboración y cálculo del indicador de nivel de cumplimiento mejorado. | ✓                         |    | Se muestra en la Gráfica 6                                 |

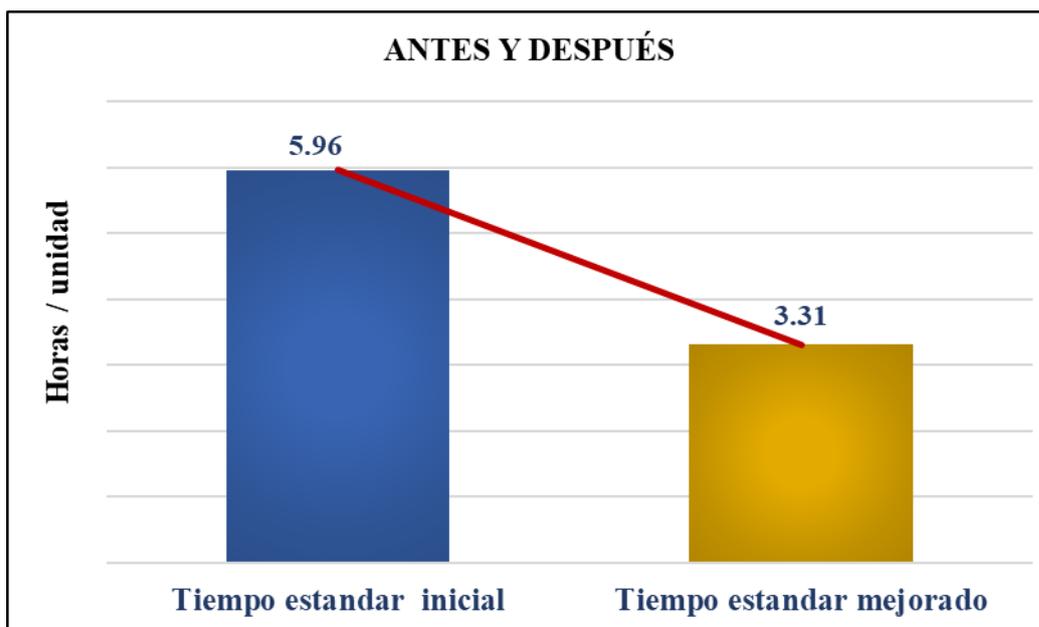
#### 4.5 Fase 4: Actuar (acciones a tomar de acuerdo con los resultados obtenidos)

##### Análisis de resultados

En base a los resultados obtenidos positivamente en la fase anterior Verificar, se citó a una reunión con la alta dirección de la empresa para exponer y mostrar los resultados obtenidos de la implementación del estudio de tiempo y el nuevo diseño de poleas.

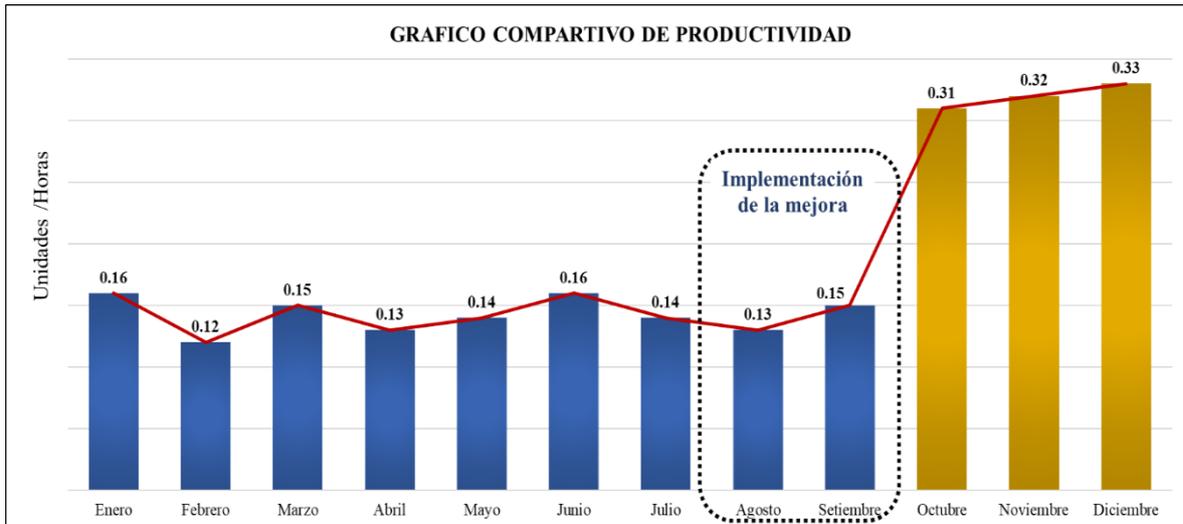
Se logró mejorar el tiempo estándar como se muestra en la **Gráfica 7**, con ello aumentar la productividad de la producción de poleas reflejado en la **Gráfica 9**, cumpliendo así con la producción planificada como se observa en la **Gráfica 11** nivel de nivel de cumplimiento, reduciendo el costo de la producción de poleas como se muestra la **Gráfica 13**.

*Gráfica 7. Grafica comparativa del tiempo estándar*

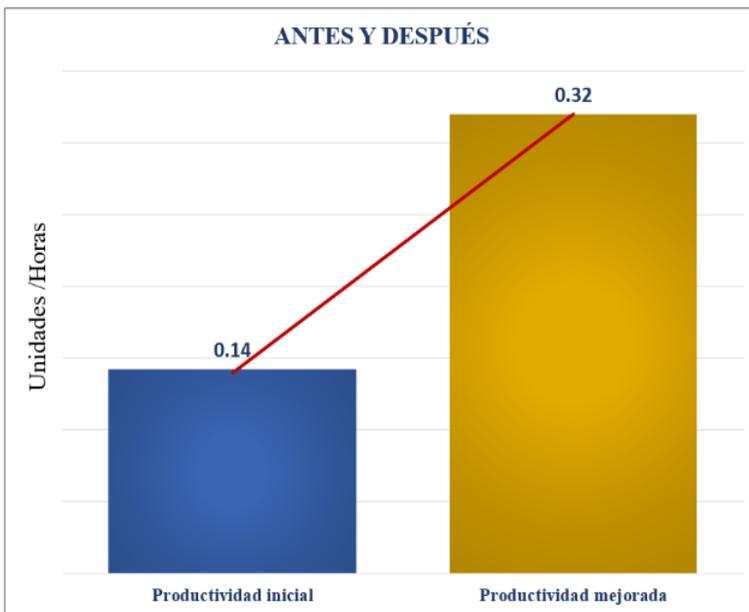


En la Grafica 7 se muestra que al inicio del proyecto se tenía un tiempo estándar de 5.96 hora para elaborar una polea, luego de implementación del estudio de tiempo y el nuevo diseño de poleas se eliminaron operaciones innecesarias lo que mejoró el tiempo estándar de producción a 3.31 horas, produciendo así 2 poleas diarias y cumpliendo con la producción planificada sin necesidad de hacer horas extras.

*Gráfica 8. Tendencia de productividad*

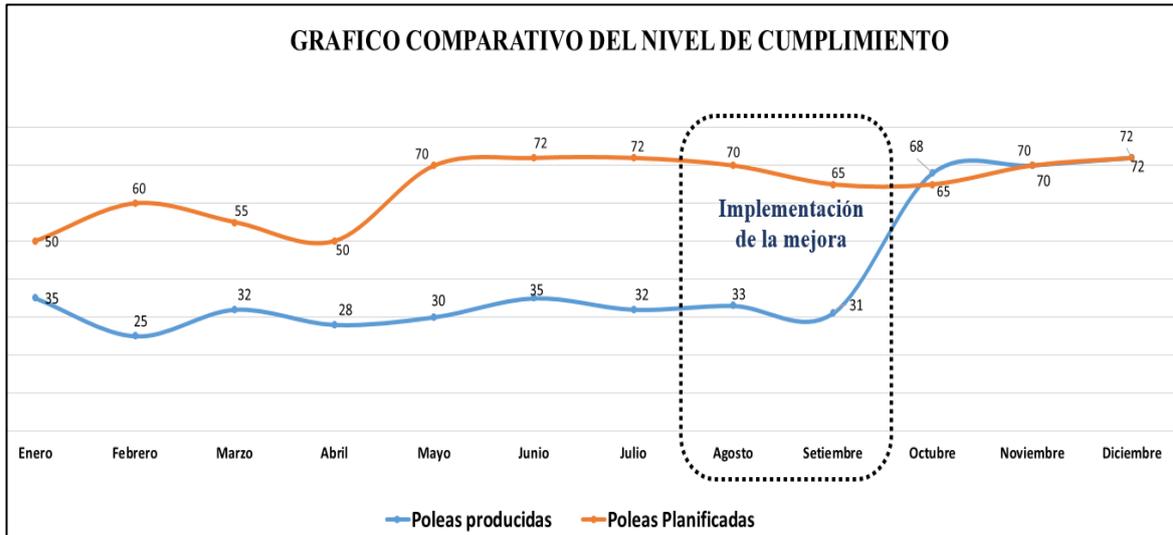


*Gráfica 9. Gráfica comparativa de productividad*

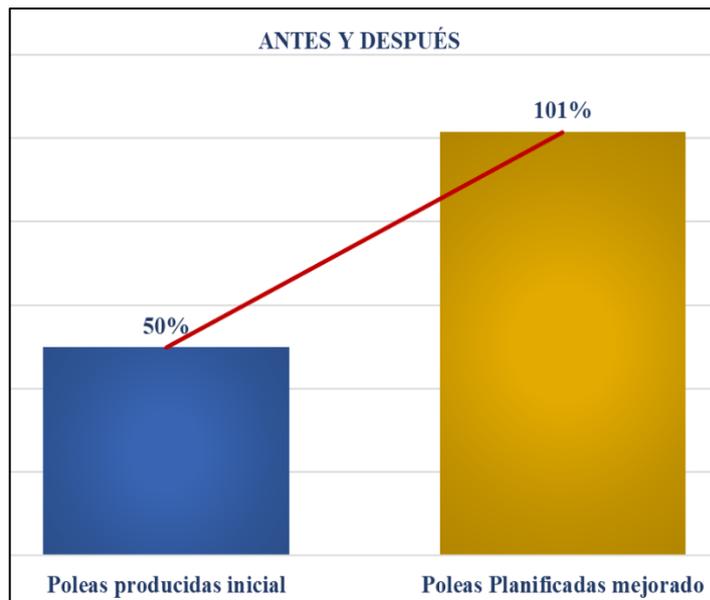


En la Grafica 8 y 9 se observa que al inicio del proyecto se tenía una productividad de 0.14 unidades/hora, luego de implementación del estudio de tiempo y el nuevo diseño de poleas se mejoró la productividad a 0.32 unidades/hora, produciendo así 2 poleas diarias y cumpliendo con la producción planificada sin necesidad de hacer horas extras.

*Gráfica 10. Gráfica comparativa de tendencia del cumplimiento*

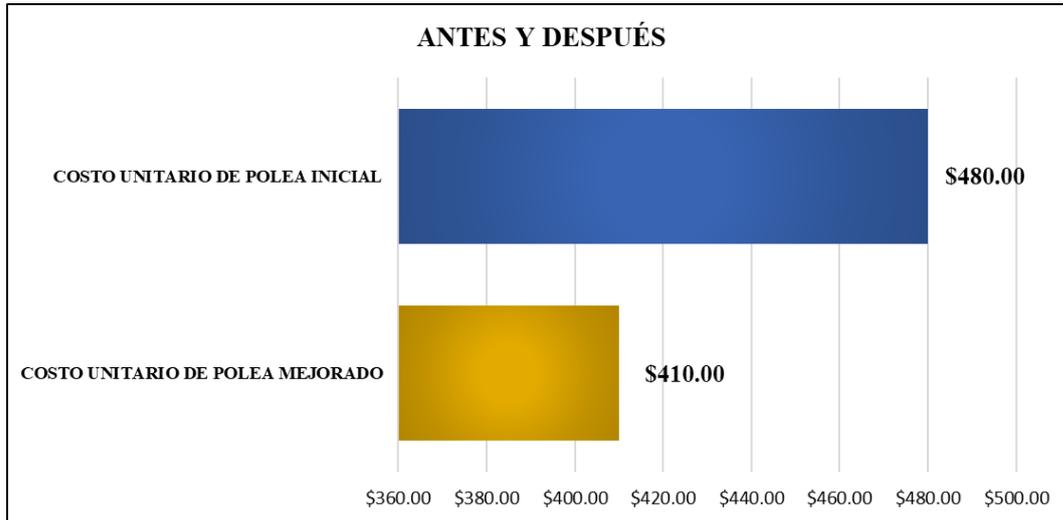


*Gráfica 11. Gráfica comparativa del nivel de cumplimiento*



En la Grafica 10 y 11 se muestra que al inicio del proyecto no se cumplía con la producción planificada teniendo el indicador de nivel de cumplimiento al 50%, luego de implementación del estudio de tiempo y el nuevo diseño de poleas se incrementó el indicador de nivel de cumplimiento a un 100%, cumpliendo con la producción planificada sin necesidad de hacer horas extras.

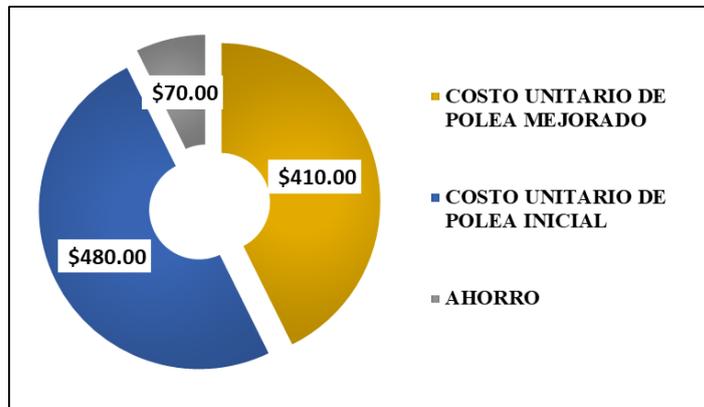
**Gráfica 12.** Gráfica comparativa de costos de producción unitario



#### 4.6 Desarrollo del tercer objetivo

Determinar cuál es el impacto económico de la implementación del estudio tiempos, para mejorar la productividad en la producción de poleas, en la empresa TECMAQUIND SAC, en el año 2022.

**Gráfica 13.** Gráfica de ahorro por polea después de implementación de mejora



La Grafica 12 y 13 se observa los costos iniciales de fabricación del precio unitario de la polea, el cuál ascendía a \$ 480.00 luego de la implementación del estudio de tiempo y el nuevo diseño de poleas se disminuyó el costo unitario de fabricación a \$ 410.00, teniendo un ahorro de \$ 70.00 por unidad de polea, incrementando también la rentabilidad en la empresa.

#### 4.6.1 Costos antes de la implementación

**Tabla25.** *Costos iniciales*

|                          | COSTOS INICIAL |              |              |              |              |              |              |
|--------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                          | Enero          | Febrero      | Marzo        | Abril        | Mayo         | Junio        | Julio        |
| Poleas vendidas          | 25 unidades    | 25 unidades  | 25 unidades  | 25 unidades  | 25 unidades  | 25 unidades  | 25 unidades  |
| Precio unitario de polea | \$ 650.00      | \$ 650.00    | \$ 650.00    | \$ 650.00    | \$ 650.00    | \$ 650.00    | \$ 650.00    |
| Costo unitario de polea  | \$ 480.00      | \$ 480.00    | \$ 480.00    | \$ 480.00    | \$ 480.00    | \$ 480.00    | \$ 480.00    |
| Ingreso                  | \$ 16,250.00   | \$ 16,250.00 | \$ 16,250.00 | \$ 16,250.00 | \$ 16,250.00 | \$ 16,250.00 | \$ 16,250.00 |
| Costos                   | \$ 12,000.00   | \$ 12,000.00 | \$ 12,000.00 | \$ 12,000.00 | \$ 12,000.00 | \$ 12,000.00 | \$ 12,000.00 |
| Utilidad                 | \$ 4,250.00    | \$ 4,250.00  | \$ 4,250.00  | \$ 4,250.00  | \$ 4,250.00  | \$ 4,250.00  | \$ 4,250.00  |

Con los costos iniciales como se muestra en tabla 25, se tenía una utilidad de \$ 4250.00 dólares americanos mensual.

#### 4.6.2 Costos después de la implementación

**Tabla26.** *Costos mejorados*

|                          | COSTOS MEJORADO |              |              |              |              |              |              |
|--------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                          | Octubre         | Noviembre    | Diciembre    | Enero 2023   | Febrero 2023 | Marzo 2023   | Abril 2023   |
| Poleas vendidas          | 25 unidades     | 25 unidades  | 25 unidades  | 25 unidades  | 25 unidades  | 25 unidades  | 25 unidades  |
| Precio unitario de polea | \$ 650.00       | \$ 650.00    | \$ 650.00    | \$ 650.00    | \$ 650.00    | \$ 650.00    | \$ 650.00    |
| Costo unitario de polea  | \$ 410.00       | \$ 410.00    | \$ 410.00    | \$ 410.00    | \$ 410.00    | \$ 410.00    | \$ 410.00    |
| Ingreso                  | \$ 16,250.00    | \$ 16,250.00 | \$ 16,250.00 | \$ 16,250.00 | \$ 16,250.00 | \$ 16,250.00 | \$ 16,250.00 |
| Costos                   | \$ 10,250.00    | \$ 10,250.00 | \$ 10,250.00 | \$ 10,250.00 | \$ 10,250.00 | \$ 10,250.00 | \$ 10,250.00 |
| Utilidad                 | \$ 6,000.00     | \$ 6,000.00  | \$ 6,000.00  | \$ 6,000.00  | \$ 6,000.00  | \$ 6,000.00  | \$ 6,000.00  |

Con los costos mejorados como se muestra en tabla 26, se tiene una utilidad de \$ 6000.00 dólares americanos mensual, es mayor a la utilidad inicial.

#### 4.6.3 Diferencia entre la inicial y la mejorada

**Tabla27.** *Ahorro con la implementación*

| DIFERENCIA DE COSTO ACTUAL CON COSTO MEJORADO |              |             |              |             |              |              |              |              |
|-----------------------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Costos                                        | Enero        | Febrero     | Marzo        | Abril       | Mayo         | Junio        | julio        | TOTAL        |
| Actual                                        | \$ 12,000.00 | \$12,000.00 | \$ 12,000.00 | \$12,000.00 | \$ 12,000.00 | \$ 12,000.00 | \$ 12,000.00 | \$ 84,000.00 |
| Mejorado                                      | \$ 10,000.00 | \$10,000.00 | \$ 10,000.00 | \$10,000.00 | \$ 10,000.00 | \$ 10,000.00 | \$ 10,000.00 | \$ 70,000.00 |
| AHORRO (INGRESO)                              | \$ 2,000.00  | \$ 2,000.00 | \$ 2,000.00  | \$ 2,000.00 | \$ 2,000.00  | \$ 2,000.00  | \$ 2,000.00  | \$ 14,000.00 |

Como se muestra en tabla 27, con los costos mejorados luego de la implementación se tiene \$ 2000.00 dólares americanos más en la utilidad mensual, siendo este margen el ahorro generado por la implantación.

#### 4.6.4 Inversión de la implementación

**Tabla28.** *Inversión la implementación*

| INVERSION DE IMPLEMENTACION          |        |                  | COSTO DE UNITARIO | TOTAL              |
|--------------------------------------|--------|------------------|-------------------|--------------------|
| CANTIDAD                             | UNIDAD | DESCRIPCION      |                   |                    |
| 2                                    | UNIDAD | CRONOMETROS      | \$ 100.00         | \$ 200.00          |
| 4                                    | UNIDAD | CAMARAS DE VIDEO | \$ 300.00         | \$ 1,200.00        |
| 2                                    | UNIDAD | TABLERO          | \$ 3.00           | \$ 6.00            |
| 4                                    | UNIDAD | LAPIZ            | \$ 1.00           | \$ 4.00            |
| 1                                    | CIENTO | HOJAS BONB       | \$ 6.00           | \$ 6.00            |
| 1                                    | UNIDAD | CAPACITACION     | \$ 750.00         | \$ 750.00          |
| 5                                    | UNIDAD | PERSONAL         | \$ 60.00          | \$ 300.00          |
| 1                                    | UNIDAD | OTROS            | \$ 500.00         | \$ 500.00          |
| <b>COSTO TOTAL DE IMPLEMENTACION</b> |        |                  |                   | <b>\$ 2,966.00</b> |

Como se muestra en la Tabla 28, la inversión que se realizó en la implementación del estudio tiempos, para mejorar la productividad en la producción de poleas fue de \$ 2966.00 dólares americanos los cuales se recuperaron en un mes y medio con los ahorros que genero la implementación como se muestran en la Tabla 27, con estos resultados se puede decir que el trabajo realizado fue factible para la empresa TECMAQUIND SAC.

#### 4.6.5 Discusión de resultados

Al realizar la implementación del estudio de tiempo para mejorar la productividad del proceso de producción de poleas en la empresa TECMAQUIND SAC, mediante las técnicas, herramientas y metodología aplicada de la ingeniería, se logró alcanzar el cumplimiento de los objetivos planeados, reduciendo los tiempos y actividades que no agregaban valor al proceso, optimizando los tiempos efectivos de producción teniendo como resultado el incremento de la productividad.

Esta implementación es respaldada por **(Bustamante Rico & Rodríguez Balcázar , 2017)**, En su investigación concluye que después de la aplicación del estudio de tiempos, se determinó un nuevo tiempo estándar de 230.41 minutos a comparación del tiempo estándar inicial de 279.16 minutos, generando una reducción de 48.74 minutos, con el nuevo tiempo estándar se obtuvo una producción de 1762 cajas/día, teniendo un incremento de 401 cajas/día a comparación de la producción inicial, con la aplicación del estudio se obtuvo una eficiencia de 41.5%, siendo la eficiencia inicial de 38.8% obteniendo un incremento de la productividad de 12 cajas/operario por día.

**(Jorge Luis Quinto de la Cruz, 2019)** en su tesis de investigación concluyo que los resultados obtenidos de la correlación entre el estudio de tiempos y la productividad tuvieron un valor estadístico  $t$  es igual a 27.27, este se encuentra en la región de rechazo de la hipótesis nula y aceptando la hipótesis general. Se evidenció que La aplicación del estudio de tiempos incrementa positivamente la productividad del personal operativo, antes de realizar la mejora el proceso demoraba 3875 min (8 días), con la mejora aplicada se logró reducir 661 minutos, ahorrando así una jornada laboral de trabajo e incrementando la productividad en un promedio de 77%.

**(Javier David Ayra Retamozo, 2018)**, en su tesis de investigación concluyo, que la aplicación de la técnica de estudio de tiempo y movimiento, lo cual se ordenó y combino las actividades de trabajo, por lo que se puede afirmar para la ejecución de un trabajo en el proceso de maquinado de un equipo, con las actividades ordenadas, el trabajo se ejecuta dentro de las 8 horas dentro de la jornada laboral, con la productividad del 98%. Concluye

que se acepta esta investigación, debido a que se ha podido evidenciar que hay una retribución económica favorable, ya que devuelve el capital invertido más una ganancial adicional, por lo que se presume que el proyecto es rentable, es por tanto atractivo para ser aceptado, siendo VAN US \$ 13,013.00, TIR 60.27 % lo cual ha superado el valla del Costo Promedio Ponderado de Capital, logrando B/C 2.18, por lo que se puede afirmar que por cada unidad (1) monetaria invertida, se tendrá un retorno del capital invertido, además con sola ganancia del proyecto se logra recuperar en 1 año con 10 meses y 9 días.

**(Llamuca Jenny & Moyón Laura, 2019)**, en su tesis de investigación concluyo que, a través de la mejora continua, PHVA se consiguió una mejora en el proceso de fabricación, incrementando de un 36% a un 84% el cumplimiento de los nueve principios de la metodología de las 9S`s. En función del estudio de tiempos y movimientos se logró disminuir un 5% el tiempo de fabricación del producto, se incrementó la eficiencia de un 75% a un 93%. La eficacia ascendió de un 73% a un 94% y la productividad mejoró de un 55% a un 87%. Mediante la clasificación ABC se determinó que la línea de seguridad industrial representa el 52,4% de los ingresos para la empresa, a través de las herramientas de mejora implementadas Halley Corporación incrementará sus ingresos un 5,6%; es decir \$45.136,00 en ventas anuales. Con la ejecución del ciclo PHVA la organización inició un proceso de mejora continua logrando un grado de cumplimiento del 85 %.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

#### ➤ **PRIMER OBJETIVO**

En el diagnóstico de la situación actual de la producción de poleas nos encontramos varias deficiencias que no estaban siendo observadas, identificadas y analizadas. Mediante la evaluación de las 6M y la matriz de ponderación, se concluyó que la causa principal era la falta de estudio de tiempo estándar en el proceso de la producción de poleas.

#### ➤ **SEGUNDO OBJETIVO**

Según el cuadro comparativo mostrado en la figura 16, que para la aplicación de la implementación del estudio de tiempo que nos ayude a incrementar la productividad en la producción de poleas se concluyó que la mejor metodología sería DEMING más conocida como el ciclo PHVA, constituida por la planificación, aplicación, verificación y acciones para el desarrollo escalonado y progresivo mediante la mejora continua del sistema implementado.

#### ➤ **TERCER OBJETIVO**

Mediante un diagrama de Gantt se diseñó la implementación de la metodología por etapas, donde se observó que la implementación iba a durar 7 meses desde el mes de junio al mes de diciembre del 2022.

#### ➤ **CUARTO OBJETIVO**

Con la implementación de la metodología de solución, se pudo mejorar los tiempos estándar de producción de 5.96 horas por polea a 3.31 horas por polea, así incrementar la productividad de 0.14 poleas por hora a 0.32 poleas por hora, cumpliendo así con la producción planificada.

#### ➤ **QUINTO OBJETIVO**

Mejorando los tiempos de producción se incrementó la productividad, teniendo un impacto económico en el costo de producción bajando de \$ 480.00 dólares a \$ 410.00 dólares por polea como se muestra en la gráfica 13, ahorrando así \$ 70.00 por polea.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el seguimiento y la supervisión continua a los trabajadores, dentro del desarrollo de cada uno de los procesos de producción, a fin de fortalecer los controles en los puntos críticos y así poder evitar fallas de mediciones y reprocesos en la producción.
- Se recomienda capacitar al personal para que pueda tener las ideas claras la metodología implementada.
- Se recomienda a la empresa utilizar esta metodología en otra línea de producción ya que resulta para poder disminuir el tiempo estándar.
- Se recomienda seguir con la metodología implementada, cumplir con el tiempo estándar para ello se tiene que estar en constante supervisión y seguimiento.
- Se recomienda con el ahorro de la mejora de tiempos después de la implementación se proyecten a comprar su propia maquina cortadora de láser, así poder seguir reduciendo los costos de producción.

## REFERENCIAS

- Universidad ESAN. (2019). *Impulso para la industria metalmecánica*. Edu.pe. Recuperado el 21 junio de 2023, de <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/impulso-para-la-industria-metalmecanica>
- Banco Central de Reserva del Perú. (2019). *Memoria 2019*. Recuperado el 15 de setiembre de 2023, de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Memoria/2019/memoria-bcrp-2019.pdf>
- La Cámara Nacional de Comercio (2020). *Impulso para la industria metalmecánica*. Recuperado el 23 de julio de 2023, de <https://lacamara.pe/informe-especial-impulso-para-la-industria-metalmecanica/>
- Ministerio de Producción (2020). *PRODUCE: Sector metalmecánico registró crecimiento de 6,1% durante el primer cuatrimestre del año*. Recuperado el 1 de mayo de 2023, de <https://transparencia.produce.gob.pe/index.php/component/k2/item/994-produce-sector-metalmecanico-registro-crecimiento-de-6-1-durante-el-primer-cuatrimetre-del-ano>
- Mayo, I. C. (2010). Introducción a los Procesos de Calidad. *REICE. Revista Iberoamericana sobre calidad, eficacia y cambio en educación*, 8(5), 3-18. Recuperado el 12 de mayo de 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/551/55119084001.pdf>
- Lucas, C. F. P., & Ureta, F. M. A. (2019). El clima laboral como factor clave en el rendimiento productivo de las empresas. estudio caso: Hardepex Cía. Ltda. *Cuadernos latinoamericanos de administración*, 15(28). Recuperado el 17 de agosto de 2023, de <https://masd.unbosque.edu.co/index.php/cuaderlam/article/view/2686/2177>

- Durán, F. A. (2007). Ingeniería de métodos. *Globalización: Técnicas para el manejo eficiente de recursos en organizaciones fabriles, de servicios y hospitalarias*, 15-18. Recuperado el 20 de agosto de 2023, de [https://www.academia.edu/34727817/Libro\\_INGENIERIA\\_DE\\_METODOS\\_Freddy\\_Alfonso\\_Dur%C3%A1n](https://www.academia.edu/34727817/Libro_INGENIERIA_DE_METODOS_Freddy_Alfonso_Dur%C3%A1n)
- Arbós, L. C., & Nadal, J. O. (2005, September). Herramientas e indicadores de control para la mejora de un proceso de acuerdo con los principios de la producción lean. In *IX Congreso de Ingeniería de Organización* (p. 117). Recuperado el 20 de agosto de 2023, de <http://www.adingor.es/congresos/web/articulo/detalle/a/1088>
- Salazar, J., Mora, N., Romero, W., & Ollague, J. (2020). Diagnóstico de la aplicación del ciclo PHVA según la ISO 9001: 2015 en la empresa INCARPALM. *593 Digital Publisher CEIT*, 5(6), 459-472. Recuperado el 14 de octubre de 2023, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7897683>
- Carlos, L., & Acero, P. (2016). *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos*. Ecoe ediciones. Recuperado el 14 de octubre de 2023, de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=S6YwDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=estudio+de+tiempos&ots=86YgivQjcp&sig=rpXW84pm6CEfEfBjETyDBMm3R4c#v=onepage&q=estudio%20de%20tiempos&f=false>
- CABERO ANTEZANA, C. A. (2019). INGENIERIA DE METODOS. Recuperado el 19 de setiembre de 2023, de <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/14596>

Espinoza Salinas, J., & Chávez Samán, L. E. Aplicación del estudio de trabajo y balance de línea para incrementar la productividad en el área de ensamble de cocinas de la empresa BSH

Electrodomésticos SAC-2018. Recuperado el 14 de octubre de 2023, de

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21638>

Bustamante Rico, M. D. L. M., & Rodríguez Balcázar, R. K. (2018). Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la empresa kuri nectar SAC, 2017.

Recuperado el 14 de octubre de 2023, de

<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5067>

Carrillo Quiroz, A. A. (2018). Estudio de tiempos en el proceso de lavado y selección de materia prima y productividad en la producción de mango congelado, empresa Biofrutos SAC

Chancay 2018. Recuperado el 14 de octubre de 2023, de

<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/2868>

Quinto De La Cruz, J. L. (2019). Aplicación del estudio de tiempos y su relación con la productividad del personal operativo en el área de reparación en una empresa metalmecánica

dedicada al mantenimiento de maquinaria pesada-2018. Recuperado el 14 de octubre de

2023, de <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/4240>

Ayra Retamozo, J. D. (2019). Aplicación del estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad, en el proceso de maquinado en la empresa Inremmaa SRL, distrito de Puente

Piedra, 2018. Recuperado el 14 de octubre de 2023, de

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21278>

Condor, Á. M. T., Enríquez, M. U., & Guambo, F. E. A. (2023). Metodología Deming (PHVA) en el mejoramiento de procesos productivos en la Empresa “Inoxidables Élite” de la ciudad de Riobamba–Ecuador: Deming Methodology (PHVA) in Improving the Productive Processes in the Company “Inoxidables Élite” of the City of Riobamba–Ecuador. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(3), 943-953. Recuperado el 14 de octubre de 2023, de <https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/1124>

Llamuca Llanga, J. P., & Moyón Moyón, L. M. (2019). *Implementación de la metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) para incrementar la productividad en la línea de producción de cascos de seguridad de uso industrial en la Empresa Halley Corporación* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado el 14 de octubre de 2023, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13527>

Camacho Molina, A. M., & Castro Villacrés, C. P. (2020). *Diseño del plan de mejora continua aplicando la metodología PHVA en la empresa Makitool* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química). Recuperado el 14 de octubre de 2023, de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/51031>







ANEXO 4: Tabla MIL STD – inspección por atributos

| NORMA ISO 2859 - 1 : MIL STD 105E |                   |                                                                                                                               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tamaño de muestra letra código    | Tamaño de muestra | Nivel de calidad de aceptación, NCA, en porcentaje de items no conformes y no conformidades por 100 items (inspección normal) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                   |                   | 0,010                                                                                                                         | 0,015 | 0,025 | 0,040 | 0,055 | 0,10  | 0,15  | 0,25  | 0,40  | 0,65  | 1,0   | 1,5   | 2,5   | 4,0   | 6,5   | 10    | 15    | 25    | 40    | 65    | 100   | 150   | 250   | 400   | 650   | 1000  |
|                                   |                   | Ac Re                                                                                                                         | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re |
| A                                 | 2                 | ↓                                                                                                                             | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     |
| B                                 | 3                 | ↓                                                                                                                             | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     |
| C                                 | 5                 | ↓                                                                                                                             | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     |
| D                                 | 8                 | ↓                                                                                                                             | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     |
| E                                 | 13                | ↓                                                                                                                             | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     |
| F                                 | 20                | ↓                                                                                                                             | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     |
| G                                 | 32                | ↓                                                                                                                             | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     |
| H                                 | 50                | ↓                                                                                                                             | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     |
| J                                 | 80                | ↓                                                                                                                             | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     |
| K                                 | 125               | ↓                                                                                                                             | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     |
| L                                 | 200               | ↓                                                                                                                             | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     |
| M                                 | 315               | ↓                                                                                                                             | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     |
| N                                 | 500               | ↓                                                                                                                             | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     |
| P                                 | 800               | ↓                                                                                                                             | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     |
| Q                                 | 1250              | ↓                                                                                                                             | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     |
| R                                 | 2000              | ↓                                                                                                                             | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     |

ANEXO 5: *Tabla MIL STD – tamaño de lote*

| <b>NORMA ISO 2859 - 1 : MIL STD 105E</b> |                                        |           |            |
|------------------------------------------|----------------------------------------|-----------|------------|
| <b>TAMAÑO DE LOTE</b>                    | <b>NIVELES GENERALES DE INSPECCIÓN</b> |           |            |
|                                          | <b>I</b>                               | <b>II</b> | <b>III</b> |
| <b>2 a 8</b>                             | A                                      | A         | B          |
| <b>9 a 15</b>                            | A                                      | B         | C          |
| <b>16 a 25</b>                           | B                                      | C         | D          |
| <b>26 a 50</b>                           | C                                      | D         | E          |
| <b>51 a 90</b>                           | C                                      | E         | F          |
| <b>91 a 150</b>                          | D                                      | F         | G          |
| <b>151 a 280</b>                         | E                                      | G         | H          |
| <b>281 a 500</b>                         | F                                      | H         | J          |
| <b>501 a 1200</b>                        | G                                      | J         | K          |
| <b>1201 a 3200</b>                       | H                                      | K         | L          |
| <b>3201 a 10000</b>                      | J                                      | L         | M          |
| <b>10000 a 35000</b>                     | K                                      | M         | N          |
| <b>35001 a 150000</b>                    | L                                      | N         | P          |
| <b>150001 a 500000</b>                   | M                                      | P         | Q          |
| <b>500000 y más</b>                      | N                                      | Q         | R          |

**ANEXO 6:** *Proceso inicial de producción de poleas*



Trazo e Inspeccion



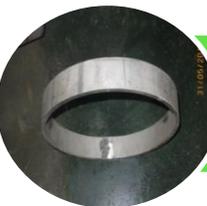
Disco 0,9525cm x 30,48cm de diametro



- Taladrado de 5,08cm de diametro
- Cilindrado interior y exterior.
- Taladrado (4 huecos de 2,54cm de diametro)
- Corte de esquinas.
- Fresado.



Mide 8cm x 30,77cm de diametro



Aro cortado



Refrentado



Soldadura del Disco al Aro.



-Medida, corte y pulido de la Bocina.



Inspeccion de la Bocina.



Soldadura TIG



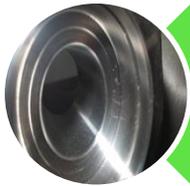
Soldadura de Arco



Cilindrado exterior



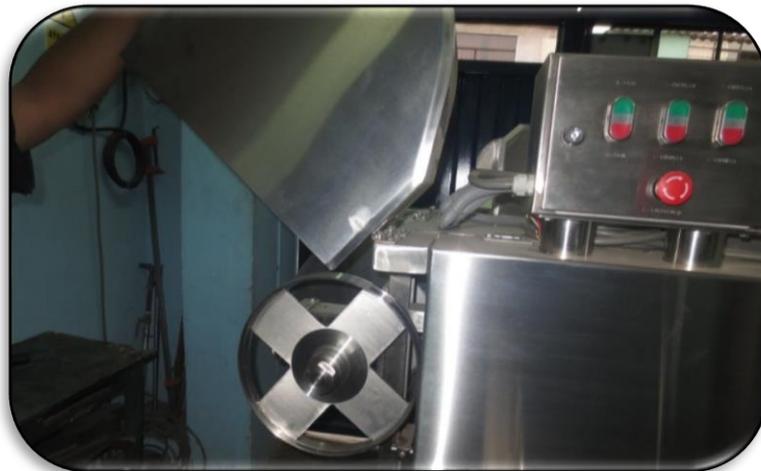
Cilindrado interior



-Ranurado  
-Refrentado.  
-Biselado.



PRODUCTO TERMINADO



**ANEXO 7:** *Equipo de producción*



**ANEXO 8:** *Nuevo diseño de polea*

