

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PIEZAS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA SEFASI E.I.R.L MEDIANTE LA TÉCNICA DE LAS 5S Y UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Pablo Oscar Nuñez Castillo**

**Código 20102576**

**Luis Jean Pierr Perez Campos**


**Código 20100850**

**Asesor**

**Carlos Augusto Lizárraga Portugal**

Lima – Perú  
Agosto de 2021





**IMPROVEMENT OF THE PRODUCTION  
PROCESS OF INDUSTRIAL PARTS IN THE  
COMPANY SEFASI E.I.R.L THROUGH THE  
USE OF A 5S TECHNIQUE AND A  
PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN**

# TABLA DE CONTENIDO

|  |            |
|--|------------|
| <b>RESUMEN .....</b>   | <b>xi</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>  | <b>xii</b> |
| <b>CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>   | <b>1</b>   |
| 1.1 Antecedentes de la Empresa.....  | 1          |
| 1.1.1 Breve descripción de la empresa y reseña histórica.....  | 1          |
| 1.1.2 Descripción de los productos o servicios ofrecidos .....   | 1          |
| 1.1.3 Descripción del mercado objetivo de la empresa.....  | 3          |
| 1.1.4 Estrategia general de la empresa .....   | 3          |
| 1.1.5 Descripción de la problemática actual de la empresa .....  | 3          |
| 1.2 Objetivos de la investigación (general y específicos).....   | 4          |
| 1.2.1 Objetivo general .....   | 4          |
| 1.2.2 Objetivos específicos .....  | 4          |
| 1.3 Alcance y limitaciones de la investigación .....   | 4          |
| 1.4 Justificación de la investigación.....   | 5          |
| 1.5 Hipótesis de la investigación.....   | 6          |
| 1.6 Marco referencial de la investigación .....  | 6          |
| 1.7 Marco conceptual de la investigación .....   | 8          |
| <b>CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN<br/>DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO.....</b> | <b>10</b>  |
| 2.1 Análisis externo de la empresa.....  | 10         |
| 2.1.1 Análisis del entorno global.....   | 10         |
| 2.1.2 Análisis del entorno competitivo .....   | 11         |
| 2.1.3 Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno.....                               | 12         |
| 2.2 Análisis interno de la empresa .....   | 14         |
| 2.2.1 Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos<br>organizacionales .....            | 14         |
| 2.2.2 Análisis de la estructura organizacional.....  | 15         |
| 2.2.3 Identificación y descripción general de los procesos clave .....   | 16         |

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 2.2.4   | Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa .....      | 20        |
| 2.2.5   | Selección del sistema o proceso a mejorar.....                                       | 21        |
| <b>CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO .....</b>  |  | <b>23</b> |
| 3.1   | Análisis del sistema o proceso objeto de estudio .....                               | 23        |
| 3.1.1   | Descripción detallada del sistema o proceso objeto de estudio .....                  | 23        |
| 3.1.2   | Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso.....      | 28        |
| 3.2   | Determinación de las causas raíz de los problemas hallados.....                      | 30        |
| <b>CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....</b>              |  | <b>33</b> |
| 4.1   | Planteamiento de alternativas de solución .....                                      | 33        |
| 4.2   | Selección de alternativas de solución.....   | 34        |
| 4.2.1   | Determinación y ponderación de criterios evaluación de las alternativas .....        | 34        |
| 4.2.2   | Evaluación cualitativa y/o cuantitativa de las alternativas de solución .....        | 34        |
| 4.2.3   | Priorización de las soluciones seleccionadas .....                                   | 35        |
| <b>CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES.....</b>            |  | <b>36</b> |
| 5.1   | Diseño e Ingeniería del proyecto de solución .....                                   | 36        |
| 5.2   | Desarrollo de la solución.....   | 38        |
| 5.3   | Plan de implementación de la solución.....   | 39        |
| 5.3.1   | Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución ..... | 48        |
| 5.3.2   | Cronograma de implementación del proyecto solución .....                             | 51        |
| 5.4   | Aseguramiento del proyecto de solución .....   | 53        |
| <b>CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PROYECTO DE SOLUCIÓN.....</b> |  | <b>54</b> |
| 6.1   | Evaluación cualitativa de la solución.....   | 54        |
| 6.2   | Determinación de los escenarios para la solución propuesta .....                     | 55        |
| 6.3   | Estimación de los resultados de la implementación.....                               | 56        |
| 6.4   | Análisis de sensibilidad del proyecto de mejora .....                                | 57        |
| 6.5   | Evaluación social del proyecto de mejora.....  | 60        |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>   |  | <b>61</b> |
| <b>RECOMENDACIONES .....</b>  |  | <b>62</b> |

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| <b>REFERENCIAS.....</b>   | <b>63</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b> | <b>65</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>       | <b>65</b> |



## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 2.1 Tabla de oportunidades y amenazas del entorno .....                            | 13 |
| Tabla 2.2 Pedidos entregados por Sefasi E.I.R. en el 2018 .....                          | 18 |
| Tabla 2.3 Pedidos entregados por Sefasi E.I.R. en el 2019 .....                          | 19 |
| Tabla 2.4 Nivel de servicio para Sefasi E.I.R. ....                                      | 19 |
| Tabla 2.5 Tabla de fortalezas y debilidades de Sefasi E.I.R.L .....                      | 20 |
| Tabla 2.6 Variables Análisis factorial Klein .....                                       | 21 |
| Tabla 2.7 Análisis procesos estratégicos .....   | 21 |
| Tabla 2.8 Análisis procesos de apoyo .....   | 21 |
| Tabla 2.9 Análisis procesos operativos .....   | 22 |
| Tabla 3.1 Paradas no planificadas Torno paralelo .....                                   | 28 |
| Tabla 3.2 Datos de disponibilidad para el torno paralelo .....                           | 29 |
| Tabla 3.3 Datos de las actividades del proceso .....                                     | 29 |
| Tabla 3.4 Tiempo de parada de máquina no planificada al mes.....                         | 31 |
| Tabla 3.5 Tiempo de demora en el procesamiento.....                                      | 31 |
| Tabla 3.6 Tiempo de demora por mala distribución de planta .....                         | 31 |
| Tabla 3.7 Tiempo de demora en planta por semana .....                                    | 31 |
| Tabla 4.1 Relación de las alternativas de solución con las causas raíces .....           | 33 |
| Tabla 4.2 Matriz de enfrentamiento de criterios de evaluación de las soluciones .....    | 34 |
| Tabla 4.3 Puntuación para ranking de factores.....                                       | 34 |
| Tabla 4.4 Ranking de factores del área de producción.....                                | 35 |
| Tabla 5.1 Objetivos y metas del proyecto de solución .....                               | 36 |
| Tabla 5.2 Actividades a realizar para la implementación de piloto de 5s .....            | 37 |
| Tabla 5.3 Actividades para a realizar para el plan de mantenimiento preventivo .....     | 37 |
| Tabla 5.4 Análisis de recursos y costos requeridos .....                                 | 38 |
| Tabla 5.5 Actividades a realizar por área de trabajo .....                               | 45 |
| Tabla 5.6 Tabla de relación de motivos de parada y soluciones .....                      | 47 |
| Tabla 5.7 Presupuesto para determinar propuesta de mejora para el área de producción ... | 48 |
| Tabla 5.8 Presupuesto para la preparación de la implementación de las 5s .....           | 48 |
| Tabla 5.9 Presupuesto para la realización de la 1era S.....                              | 49 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 5.10 Presupuesto para la realización de la 2da S.....                              | 49 |
| Tabla 5.11 Presupuesto de la ejecución de la 1era y 2da S para la mano de obra.....      | 50 |
| Tabla 5.12 Tabla de costos para mantenimiento preventivo .....                           | 50 |
| Tabla 5.13 Cronograma de implementación enero y primera quincena de febrero .....        | 51 |
| Tabla 5.14 Cronograma de implementación 2da quincena febrero a 2da semana de marzo ..... | 52 |
| Tabla 5.15 Cronograma de implementación 2da quincena Marzo a 1era semana de mayo         | 52 |
| Tabla 5.16 Plan para el aseguramiento del proyecto de mejora .....                       | 53 |
| Tabla 6.1 Tabla de costos para la propuesta de mejora .....                              | 54 |
| Tabla 6.2 Ingresos obtenidos por la propuesta de mejora .....                            | 55 |
| Tabla 6.3 Flujo de Caja Probable .....   | 56 |
| Tabla 6.4 Evaluación económica probable.....   | 57 |
| Tabla 6.5 Indicadores de la evaluación económica probable .....                          | 57 |
| Tabla 6.6 Flujo de caja optimista.....   | 58 |
| Tabla 6.7 Evaluación económica optimista .....   | 58 |
| Tabla 6.8 Indicadores de la evaluación económica optimista .....                         | 58 |
| Tabla 6.9 Flujo de caja pesimista .....  | 59 |
| Tabla 6.10 Evaluación económica pesimista.....   | 59 |
| Tabla 6.11 Indicadores de la evaluación económica pesimista .....                        | 59 |
| Tabla 6.12 Valoración social del proyecto .....  | 60 |
| Tabla 6.13 Valor social generado .....   | 60 |

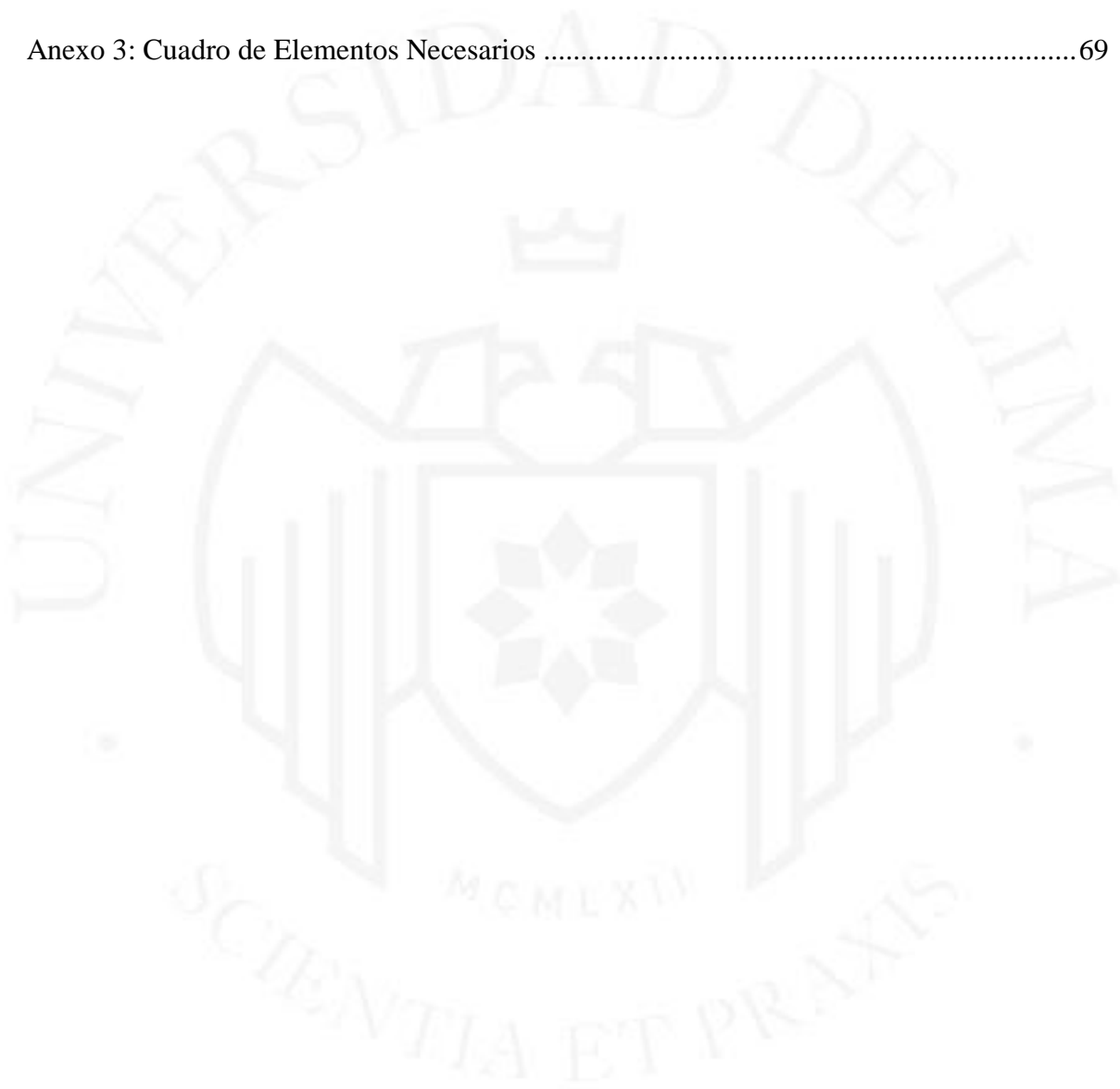


## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. 1 Logo de la empresa .....   | 1  |
| Figura 1. 2 Piñón recto .....  | 2  |
| Figura 1. 3 Piñón recto con canal chavetero.....   | 2  |
| Figura 1. 4 Piñón helicoidal.....  | 2  |
| Figura 2.1 Organigrama SEFASI E.I.R.L .....  | 15 |
| Figura 2.2 Mapa de procesos de la empresa Sefasi E.I.R.L .....                             | 17 |
| Figura 3.1 Diagrama de operaciones de proceso para la fabricación de piñones rectos .....  | 24 |
| Figura 3.2 Diagrama de actividades de procesos para la elaboración de piñones rectos ..... | 25 |
| Figura 3.3 Diagrama de recorrido.....  | 26 |
| Figura 3.4 VSM actual para Sefasi EIRL .....   | 27 |
| Figura 3.5 Diagrama de árbol causa - efecto .....  | 30 |
| Figura 3.6 Diagrama de Pareto para las causas de demora en planta .....                    | 32 |
| Figura 5.1 Layout del taller- zonas de implementación de 1era y 2da S.....                 | 39 |
| Figura 5.2 Estantería de materia prima e insumos.....                                      | 40 |
| Figura 5.3 Mesa de trabajo .....   | 40 |
| Figura 5.4 Torno paralelo y tablero .....  | 40 |
| Figura 5.5 Cepillo de codo .....   | 41 |
| Figura 5.6 Diseño de tarjeta roja .....  | 42 |
| Figura 5.7 Layout del taller con zona roja definida.....                                   | 43 |
| Figura 5.8 Layout del taller con señalización de piso .....                                | 44 |
| Figura 5.9 Actividades para implementación mantenimiento preventivo .....                  | 46 |

## INDICE DE ANEXOS

|   |    |
|---|----|
| Anexo 1: Carta de autorización firmada.....   | 67 |
| Anexo 2: Control de Elementos Innesarios..... | 68 |
| Anexo 3: Cuadro de Elementos Necesarios ..... | 69 |



## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo disminuir las actividades que no añaden valor al producto y generan retrasos en la entrega de los pedidos de piezas industriales dentro de los plazos establecidos, esto se busca conseguir a partir de la implementación la técnica de 5S; así como, un plan de mantenimiento preventivo, garantizando de esta forma la sostenibilidad de la empresa dentro de un mercado sumamente competitivo.

El alcance de las propuestas de mejora se enfocará en la fabricación de uno de los productos más representativos de la empresa, no obstante, los beneficios impactarán en toda la línea de producción, así como, en el resto de productos fabricados en el taller, ya que comparten las mismas estaciones de trabajo y maquinaria entre un producto y otro. Así mismo, se destinará el plazo de 3 meses, para la implementación de las herramientas necesarias para el desarrollo del plan piloto de 5S y plan de mantenimiento preventivo. Lo primero que se realizará será el análisis de la situación actual de la empresa, el cual partirá de la técnica de Mapa de Flujo del Valor (VSM) actual, seguido por diagrama causa-efecto, determinado las causas raíces de la problemática en la empresa, finalmente, se dará enfoque a aquellas causas seleccionadas como las más críticas.

Por otro lado, identificado las principales pérdidas del proceso, se procederán a identificar las oportunidades de mejora en las que se emplearán las herramientas seleccionadas. Como consecuencia de las mejoras implementadas, se espera reducir las actividades que no agregan valor al proceso al 30% y contar con una disponibilidad de máquina del 90%; así mismo, reducir a 470 la cantidad de minutos perdidos por parada no prevista de máquina a la semana. Todo esto acompañado de un TIR > COK y un indicador Beneficio/Costo mayor a 1.

**Palabras clave:** Herramientas de Ingeniería Industrial, plan de mantenimiento preventivo, técnica de las 5s, Mapa de Flujo de Valor, causas raíces.

## ABSTRACT

The purpose of the research was to determine which activities do not add value to the product and create delays in the delivery process before its deadlines. To be able to determine this, a 5S plan will be implemented, as well as a preventive maintenance plan to the production line of the workshop, this way we will guarantee the company's sustainability in an extremely competitive market.

The proposals to improve will be focused on the manufacturing of one of the most representative products of the company; however, the benefits will impact on the whole production line as well as the remaining products give the fact that they share the same workstations, and equipment among products.

Additionally, a 13-month deadline will be set to implement the necessary tools to develop the 5S plan and the preventive maintenance for the production line. First, an analysis to determine the company's current situation will take place. Starting from a Value Stream Mapping (VSM), followed by a cause-effect diagram to determine the main causes of the company's troublesome. Finally, after identifying the main process losses, more improvement opportunities will be identified to employ the selected tools.

As a consequence of the improvements, it is expected to reduce the quantity of activities that do not add value to the process to 30% and get machine availability to 90% as the reduction of the quantity of inoperative machine hours during the year. All of the above, will be joined by  $TIR > COK$  and an indicator benefit/cost more than 1.

**Key words:** Industrial engineering tools, preventive maintenance plan, 5s plan, Value Stream Mapping, cause-effect diagram.

# CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1 Antecedentes de la Empresa

### 1.1.1 Breve descripción de la empresa y reseña histórica

La empresa SEFASI E.I.R.L o SERVICIOS DE FABRICACION Y SUMINISTROS INDUSTRIALES E.I.R.L (ver figura 1.1), con sede en Pasaje José Sánchez Lagomarsino 1655A, Cercado de Lima, Lima, Perú, fue fundada por el Sr. Gustavo Alberto Jiménez Huatuco en el año 2008, desde sus inicios sus actividades estuvieron ligadas a la industria metalmeccánica, destacándose hasta el día de hoy en la fabricación y refacción de piezas; así como, soldaduras y fabricación de estructuras metálicas.

#### Figura 1. 1

*Logo de la empresa*



*Nota.* Proporcionado por la empresa

### 1.1.2 Descripción de los productos o servicios ofrecidos

Elaboración de piezas industriales a pedido a través de muestras y/o planos diseñados en software especializado. Los productos elaborados por SEFASI E.R.I.L son variados y van desde piñones y partes de maquinaria industrial de todo tipo hasta pernos; así como, fabricación de estructuras metálicas; eventualmente, realizan trabajos de soldadura y fabricación de pequeñas máquinas industriales (Ver Figura 1.2 a 1.4).

Es preciso indicar, actualmente los materiales más usados en sus procesos son: acero inoxidable, bronce, duraluminio, termo plásticos y polímeros.

**Figura 1. 2**

*Piñón recto*



*Nota.* Proporcionado por la empresa

**Figura 1. 3**

*Piñón recto con canal chavetero*



*Nota.* Proporcionado por la empresa

**Figura 1. 4**

*Piñón helicoidal*



*Nota.* Proporcionado por la empresa

### **1.1.3 Descripción del mercado objetivo de la empresa**

Actualmente Sefasi EIRL ofrece una gama amplia de productos para maquinaria, por lo cual la empresa se dirige a los siguientes sectores industriales:

- Industria de pinturas y productos químicos, los principales clientes dentro de este sector son Chemifabric S.A.C, ANYPSA Corporation S.A y Corporación Peruana de Productos Químicos S.A., representando hasta un 45% de sus ingresos totales en conjunto.
- Industria gráfica, dentro de este sector AMAUTA Impresiones Comerciales S.A.C destaca como el cliente más importante, pues llega a representar hasta el 20% de los ingresos totales de la empresa.
- Industria textil, en este rubro el principal cliente es Fibras Marinas S.A, el cual representa un 15% de los ingresos del taller.
- Plásticos industriales y cauchos, en este rubro Sefasi EIRL cuenta con Importaciones Savoy E.I.R.L como principal cliente, representando el 10% de sus ingresos.
- Industria alimentaria, en este sector la empresa cuenta como principal cliente a Exportadora del Sol S.A.C, quienes representan hasta el 10% de sus ingresos totales anuales.

### **1.1.4 Estrategia general de la empresa**

Basándose en el concepto de las tres estrategias genéricas propuesto por Michael Porter, se puede concluir que la estrategia general que SEFASI E.I.R.L. es el liderazgo en costos, lo cual deriva en productos con precios bastante competitivos en el mercado, brindándole así la posibilidad de realizar cotizaciones con empresas de diversos sectores, lo cual se ve claramente reflejado en la cartera actual de clientes de la empresa objeto de estudio.

### **1.1.5 Descripción de la problemática actual de la empresa**

Uno de los principales problemas que presenta la empresa es el incumplimiento de los plazos establecidos para cada pedido, generando insatisfacción en los clientes al no recibir las piezas encargadas a tiempo. En ese sentido, durante el año 2018 la empresa

tuvo un total de 270 pedidos de piezas diversas, teniendo un 18% de entregas fuera de plazo; así mismo, durante el año 2019 la empresa tuvo un total de 379 pedidos, teniendo un 20% de entregas fuera de plazo. Como consecuencia de ello, Sefasi EIRL tuvo pérdidas estimadas en S/ 9 162 y S/ 15 966 durante los años 2018 y 2019 respectivamente.

A partir de lo antes mencionado, podemos plantear la siguiente pregunta de investigación: ¿Es factible técnica, económica y socialmente establecer una mejora en el proceso de elaboración de piezas industriales en la empresa SEFASI EIRL reduciendo los factores que afecten el cumplimiento de plazo de entrega, mediante la técnica de las 5S y un plan de mantenimiento preventivo?

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Determinar la viabilidad técnica, económica y social de la mejora en el proceso de elaboración de piezas industriales en la empresa Sefasi E.I.R.L, mediante la técnica de las 5S y un plan de mantenimiento preventivo para la reducción de los factores que afectan el cumplimiento de los plazos de entrega.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Elaborar un diagnóstico del proceso de producción de piezas industriales para identificar las oportunidades de mejora.
- Determinar las causas raíz de la problemática encontrada y seleccionar la propuesta óptima de mejora.
- Validar la propuesta de mejora elegida desde los puntos de vista técnico, económico y social.

## **1.3 Alcance y limitaciones de la investigación**

La presente tesis se elaboró en el año 2020 bajo la modalidad de mejora aplicada en el proceso de elaboración de piezas industriales de la empresa SEFASI EIRL.

Respecto a las limitaciones de la investigación, las mayores dificultades del estudio fueron la falta de registros y datos producción, así como, la carencia de bases de datos estructuradas respecto a ventas y costos mensuales. Esto fue superado construyendo



los indicadores que se requerían mediante técnicas de observación, entrevistas y recopilación de datos en las mismas instalaciones.

#### **1.4 Justificación de la investigación**

##### **Justificación Técnica**

Actualmente, Sefasi EIRL se encuentra en la búsqueda de oportunidades de mejora, dada la importancia de conseguir fidelizar su cartera de clientes, razón por la cual este trabajo de investigación tiene la función de resolver uno de sus principales problemas, el cual se refiere a los incumplimientos en los plazos de entrega establecidos para los pedidos de piezas industriales. Así mismo, se tienen conocimientos de los métodos de Ingeniería Industrial necesarios para la elaboración de la propuesta mejora respectiva.

##### **Justificación Económica**

Las mejoras propuestas se resumen en un objetivo común el cual es contribuir al aumento del margen de ganancias de la empresa. Por lo tanto, la solución a la problemática definida reducirá el margen de pérdida por entrega de pedidos fuera de plazo en S/ 7 682 al año.

##### **Justificación Social**

A través del presente proyecto se evidencia la relevancia de las pymes en ciudades emergentes y en vías de desarrollo como es el caso de Lima, generando pagos por impuestos que serán usados por el estado para brindar servicios básicos a la población como son: agua, saneamiento, alumbrado público, disposición de residuos sólidos, etc. Esto considerando que en el Perú se calculan más de 45 000 talleres metalmecánicos formales (Ministerio de Producción [Produce], 2018) y que durante el año 2019 Sefasi E.I.R.L ha generado pagos por concepto de impuesto a la renta de tercera categoría por un monto de S/ 4 326,00 y por IGV de S/ 70 727,76.

## **1.5 Hipótesis de la investigación**

Mediante la técnica de las 5S y un plan de mantenimiento preventivo se reducirá la cantidad de demoras en la entrega de pedidos de piezas industriales en la empresa SEFASI EIRL, siendo viable desde el punto de vista técnico, económico y social.

## **1.6 Marco referencial de la investigación**

Como marco referencial para la presente investigación se tomaron en cuenta los trabajos detallados a continuación:

**Córdova, F. (2013). “Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmecánica usando la manufactura esbelta”**

Este primer trabajo de investigación, realizado en la Universidad Católica, presenta un análisis de los principales factores que intervienen en el proceso de producción de una empresa metalmecánica.

Lo similar entre ambas investigaciones radica en que ambas se buscó realizar una mejora en el proceso de producción de una pieza; sin embargo, en el estudio citado se realizó dicha mejora para la fabricación de Spools, mientras que el presente trabajo está enfocado en la fabricación de piñones rectos.

**Cieza-Gusmán, J. y Recuenco-Patiño, G. (2020). “Mejora en el proceso de producción de neumáticos en el área de producción de rodantes en la empresa lima caucho S.A.”**

El trabajo consultado realizó una mejora en el área de producción de rodantes en compañía productora de neumáticos. Esta investigación sirvió para obtener información referente a conceptos para la presente investigación como las metodologías a utilizarse, (Macroprocesos, Diagrama de recorrido).

La principal diferencia entre ambas investigaciones está en que los procesos productivos son distintos debido a que en esta tesis se elabora rodantes.

**Canahua, N. (2020). “Propuesta de mejora en el área de producción en una empresa metalmecánica utilizando Lean Six Sigma”**

Este trabajo se realizó en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; de esta investigación se pudo obtener información actual referente a la industria metalmecánica

en el Perú, así como herramientas para la mejora tales como el diagrama de operaciones y el diagrama de análisis de procesos para el proceso productivo de piñones.

Sin embargo, la tesis citada se enfoca en una solución utilizando Lean Six Sigma, mientras que el presente trabajo propondrá una solución implementando 5s y mantenimiento preventivo.

**Salas, M. (2015). “Propuesta de mejora del programa de mantenimiento preventivo actual en las etapas de prehilado e hilado de una fábrica textil”**

La presente investigación propuso una mejora basada en la reducción de las horas de exceso del programa de mantenimiento preventivo y aumentar la productividad de las máquinas en una fábrica textil. De esta investigación se pudo obtener conceptos importantes, como la implementación de 5s para acondicionar el ambiente de trabajo al operario y la revisión del mantenimiento preventivo.

La diferencia entre ambos trabajos que la investigación citada se realizó para las etapas de una fábrica textil, por lo tanto, los procesos productivos son distintos.

**Rodriguez, I. (2016). “Implementación de las herramientas de manufactura esbelta para mejorar el proceso de fabricación de tanques para combustibles en la empresa FAMER,SA S.C.R.L.”**

Esta tesis fue realizada en una empresa metalmecánica ubicada en el departamento de Junín y sirvió para brindar información sobre la realización de un mantenimiento preventivo anual para la planificación optimizada de los trabajos de mantenimiento que se realizan en las máquinas del taller. La principal diferencia radica en que este trabajo incluye metodologías aplicadas para una sustentación de ingeniería mecánica y el presente para ingeniería industrial.

**Benites, V. (2017). “Análisis y propuesta de mejora de procesos para una empresa metalmecánica de sistemas de izajes para centros mineros”**

Este trabajo fue realizado en la Universidad Católica del Perú tiene como objetivo reducir las actividades que no añaden valor al producto, esto sirvió para poder tener información sobre la realización de un análisis actual de la empresa mediante distintas herramientas como el VSM y los diagramas de causa efecto. La diferencia radica en que esta investigación priorizó realizar una redistribución de planta como propuesta de mejora, mientras que el presente trabajo un plan de mantenimiento preventivo.

**Cuadros, G. y Piedra, F. (2017). “Estudio para la mejora en el área de producción de la empresa TEXTILES MAG&M S.A.C. aplicando la metodología 5s.”**

Esta tesis consultada realizó una mejora en el área de producción de una empresa textil. Esta investigación sirvió para obtener información referente a la metodología 5s para la realización de la presente investigación.

La principal diferencia entre ambas investigaciones está en que la solución está basada netamente en la aplicación de las 5s mientras que en la presente solo se utilizó esta metodología a modo de plan piloto.

### **1.7 Marco conceptual de la investigación**

Para mejorar el entendimiento del presente trabajo de investigación se utilizaron técnicas de ingeniería como el Diagrama de Pareto, para identificar aquellos factores que representan las mayores incidencias, Diagrama de Causa Efecto, para identificar los problemas principales del taller, sus causas raíces y sus principales efectos, el Diagrama de Operaciones, Diagrama de análisis de procesos y Diagrama de Recorrido, los cuales se utilizaron para identificar de manera ordenada todas las actividades que realizaba el área de operaciones de la empresa.

A continuación, se detallan las herramientas de ingeniería que se han mencionado para el estudio:

#### **Árbol causa raíz**

“El análisis de causa raíz se utiliza para investigar cuáles son las causas que han originado un determinado problema o incidencia”. (Jimeno Bernal, 2015)

#### **Curva de Pareto**

“Es un diagrama que se utiliza para determinar el impacto, la influencia o el efecto que tienen determinados elementos sobre un aspecto, siendo agrupados y clasificados por el nivel de sus efectos” (Bonilla et al., 2010)

## **Las 5S**

“Técnica de mejora continua, utilizada por la manufactura esbelta, y su principal objetivo es lograr cambios en la actitud del empleado para administración de su trabajo” (Bonilla et al., 2010)

## **Value Stream Mapping**

“Los mapas de valor, son herramientas que permiten mostrar los procesos de la empresa determinando las actividades que no agregan valor al proceso, del mismo modo permiten conocer el tiempo asociado a dichas actividades”. (Salazar López, 2019)

## **Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo es un mantenimiento planificado y periódico para realizar acciones preventivas de inspección, limpieza, calibración y sustitución de componentes. aquél que nos permite disminuir el riesgo de daño o pérdida de los equipos. (“Mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, ¿cuál es mejor?”, s.f)

## **CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO**

### **2.1 Análisis externo de la empresa**

#### **2.1.1 Análisis del entorno global**

Con objeto de realizar una correcta evaluación del entorno global se utilizará el análisis PEST, detallando así el ámbito político, económico, social y tecnológico actual.

#### **Factores político-legales**

Sefasi E.I.R.L al ser una pyme se ve afectada por la inestabilidad política del país, provocada por los constantes enfrentamientos entre los poderes del estado ejecutivo y legislativo; así como, los cambios constantes de ministros. Esta situación puede afectar el sector de maestranza y manufactura en cuanto a la inversión y crecimiento del sector, e indefectiblemente tendrá mayor impacto en las pequeñas empresas como esta. (“Asociación PYME Perú rechaza incertidumbre política”, 2020).

#### **Factor social**

Respecto a los factores sociales, el sector metalmecánico es por excelencia un impulsador de empleo a nivel nacional, al respecto el ex ministro de la producción Raúl Perez-Reyes indicaba lo siguiente: “La industria metalmecánica es uno de los sectores que genera y dinamiza el empleo en la industria nacional. En el último año se generaron cerca de 355 mil puestos de trabajo en este sector” (Perez-Reyes, 2018).

## **Factores económicos**

“La actividad metalmecánica peruana es uno de los sectores industriales que genera mayor nivel agregado a la industria nacional, creció 10,2% entre enero y octubre de 2018, impulsado por la mayor demanda interna” (Mariátegui, 2020)

## **Factores tecnológicos**

En cuanto a los factores tecnológicos en el país, según una publicación del portal “Andina.pe” solo el 1,3% de empresas formales del rubro metalmecánico es considerado mediana y gran empresa. Estas aproximadamente 297 empresas a nivel nacional, predominan principalmente por contar con un grado de inversión superior en cuanto a tecnologías de vanguardia que les permiten optimizar sus procesos, ya sea a través de centros mecanizados o máquinas CNC. En ese sentido, Sefasi E.I.R.L deberá invertir en nuevas tecnologías con fin de no quedar desfasada frente a sus competidores.

### **2.1.2 Análisis del entorno competitivo**

#### **Poder de negociación de los clientes**

En el mercado peruano existen 45 000 talleres metalmecánicos MYPE (Pérez-Reyes, 2018), los cuales compiten por ofrecer precios competitivos y calidad, por ello los clientes de SEFASI EIRL poseen un alto grado de poder de negociación debido a que cuentan por con un promedio 2 o 3 opciones adicionales al cotizar sus pedidos. Por tanto, el poder de negociación de los clientes es alto.

#### **Amenaza de los nuevos entrantes**

SEFASI no ha fidelizado a sus clientes más frecuentes, en cuanto un competidor se disponga y ofrezca un mejor servicio, menor costo o menor tiempo; estos pueden dejar de hacer pedidos en el taller y de esta forma la empresa vería afectada su liquidez. En ese orden de ideas y tal cómo se ha visto en los capítulos anteriores, nuestro país cuenta con gran proliferación de empresas metalmecánicas caracterizadas por ser Pymes (más de 44 mil a nivel nacional), esto recalca la facilidad con la que nuevos competidores pueden ingresar al rubro en mención. En consecuencia, la amenaza de nuevos entrante es alta.

## **Poder de negociación de los proveedores**

Actualmente encontramos en el mercado peruano distintos proveedores de las principales materias primas requeridas en el taller; entre ellos acero, duraluminio, bronce y polímeros. Los tres principales proveedores de acero para Sefasi EIRL son Aceros Perú, Cipesa y Böhler. Por lo tanto, al encontrar diversidad de proveedores de materia prima de calidad en el mercado, podemos decir que el poder de negociación de los proveedores es bajo.

## **Amenaza de productos sustitutos**

Para el presente caso se considera inexistente debido a que las máquinas para los cuales se desarrollan los pedidos son por lo general especializadas, cuya particularidad implica no encontrar sus repuestos en el mercado y/o que su importación sea muy costosa. En ese sentido, la amenaza de productos sustitutos es baja.

## **Rivalidad entre los competidores**

Se observa una alta rivalidad de competidores en el presente caso, principalmente debido a la cantidad de talleres metalmecánicos que se encuentran alrededor de la empresa, concentrándose 8 talleres de maestranza en los 3 kilómetros a la redonda circundantes a Sefasi EIRL. La competencia entre los talleres antes mencionados es intensa pues al cotizar deben ofrecer precios atractivos. Por lo tanto, la rivalidad entre los competidores es alta.

### **2.1.3 Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno**

En relación a la evaluación de oportunidades para la empresa, es preciso analizar el entorno externo de la misma; en ese sentido, la reactivación económica durante la fase 4 (post pandemia) es uno de los principales motores en el corto y mediano plazo para todas las industrias del país, impulsar los nuevos proyectos en el sector metalmecánico y de maestranza es parte de la agenda de reactivación del gobierno a través de la inversión estatal. Sefasi E.I.R.L se encuentra en una posición expectante respecto a lo antes mencionado y es la gerencia general de la empresa la encargada de observar los posibles



nuevos proyectos, producto de dicha reactivación, a los cuales podría presentarse. Así mismo, será de suma importancia para la empresa la programación de atenciones y realización de un calendario de pedidos, en la medida de las posible dadas las condiciones con los nuevos proyectos e inversiones estatales, esto permitirá a Sefasi E.I.R.L mejorar los tiempos de entrega de sus pedidos, pues podrá anticipar algunos de los procesos necesarios para culminar los mismos.

Por otro lado, respecto a las amenazas del entorno para Sefasi E.I.R.L es preciso entender que el bajo poder de negociación con los clientes afecta directamente las condiciones bajo las cuales la empresa se posiciona en el mercado frente a sus competidores, ello significa que hoy en día una de sus principales estrategias sea la diferenciación por costos, lo cual significa sacrificar en cierta medida el margen y rentabilidad de cada pedido. Así mismo, la variabilidad de los costos de adquisición de la materia prima usada (principalmente acero) podría generar también, una baja brusca en los ingresos proyectados por la empresa, pues dicha diferencia impacta directamente sobre el margen de cada pedido. Finalmente, la conjunción de inestabilidad política en el país; así como, la proliferación de talleres metalmecánicos en Lima significa para Sefasi E.I.R.L una situación de incertidumbre, frente a la cual podrían dejarse de aprovechar oportunidades de inversión y mejora en las capacidades productivas del taller. A continuación, se detallan las oportunidades y amenazas del entorno (ver tabla 2.1).

**Tabla 2.1**

*Tabla de oportunidades y amenazas del entorno*

| <b>Factor</b>           | <b>OPORTUNIDADES</b>                              | <b>AMENAZAS</b>                                  |
|-------------------------|---|--|
| <b>Análisis Externo</b> | Inversión del estado, reactivación económica      | Bajo poder de negociación con los clientes       |
|                         | Apertura de nuevos proyectos                      | Variabilidad del costo de la MP                  |
|                         | Programación de atenciones, calendario de pedidos | Proliferación de talleres metalmecánicos en Lima |
|                         | Especialización en mantenimientos reactivos       | Inestabilidad política y económica de la nación  |

## **2.2 Análisis interno de la empresa**

### **2.2.1 Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales**

#### **Misión**

Servir a nuestros clientes ofreciendo soluciones de operatividad a sus equipos y/o maquinarias con eficiencia en nuestros servicios.

#### **Visión**

Ser una empresa metalmecánica especializada en la reconstrucción de partes y piezas para máquinas y herramientas de todo tipo, reconocida en el Perú por sus bajos costos, alta calidad y cumplimiento de las entregas.

Dado que la misión y visión proporcionadas por la empresa, no cumplen con los requisitos respectivos, se sugieren para el presente trabajo las siguientes misiones y visiones:

#### **Misión Propuesta**

Satisfacer las necesidades y expectativas del cliente a través de la fabricación de partes y piezas para máquinas industriales especializadas.

#### **Visión Propuesta**

Ser una empresa metalmecánica reconocida en el Perú por la eficiencia en sus procesos y alta calidad de sus productos, garantizando a nuestros clientes, a través de precios competitivos, la operatividad de sus equipos.

#### **Objetivos organizacionales**

- Capacitar, motivar, incentivar y evaluar a los colaboradores mediante el desarrollo de programas de capacitación y entrenamiento propiciando su desarrollo integral.
- Proporcionar a nuestros empleados una línea de carrera que asegure para ellos una excelente área de desarrollo profesional, adecuadamente remunerado, y fomentando una filosofía de trabajo en equipo.

- Delegar ciertas responsabilidades, desde la gerencia general hacia los mandos medios, generando que estos sean más autónomos en la toma de decisiones para la organización.

### 2.2.2 Análisis de la estructura organizacional

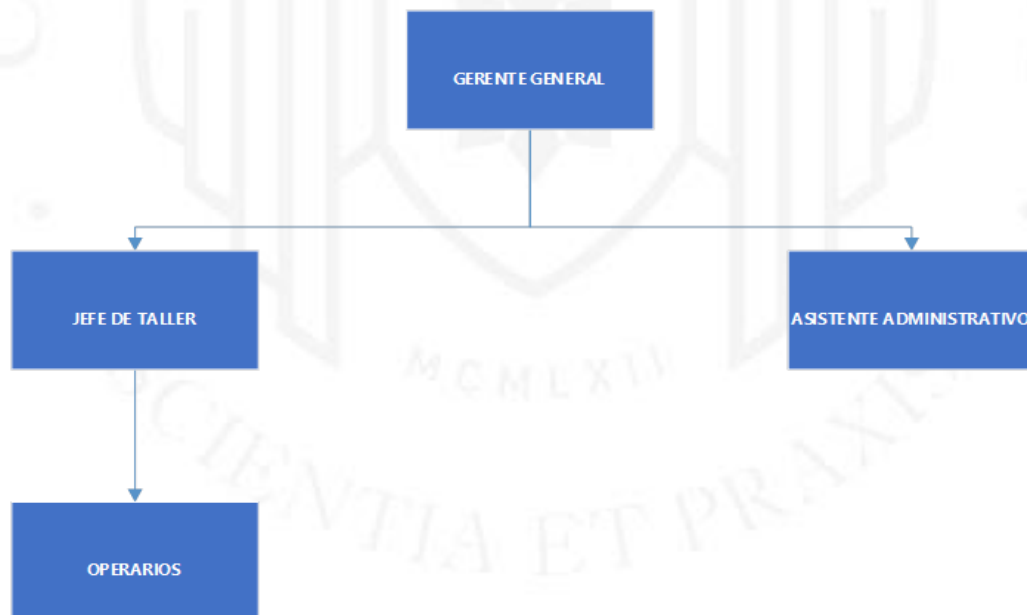
Actualmente se tiene 5 trabajadores que laboran de lunes a viernes en horario de 8:00 am a 18:00pm, con una hora de refrigerio y los sábados de 8:00 am a 1:00 pm. Ver Figura 2.1.

- **Gerente General**

Responsable de conducir el destino de la empresa, coordina directamente con el jefe de taller, es el responsable de contactar con los clientes y proveedores y se encarga de la facturación y cobranza de cara al cliente final. En otras palabras, es la persona responsable del desenvolvimiento de la empresa.

**Figura 2.1**

*Organigrama SEFASI E.I.R.L*



- **Jefe de Taller**

Es el principal responsable del correcto desenvolvimiento del proceso productivo del taller, la mano derecha del gerente general y encargado del control y manejo del área.

- **Asistente Administrativo**

Es el responsable de ayudar al gerente general a administrar la empresa, también en las estrategias de venta y facturación de cara al cliente final.

- **Operarios**

Actualmente hay 3 operarios que se encargan de todas las operaciones de fabricación que se dan en la empresa.

Las decisiones importantes son reservadas a la Gerencia General quien tiene la responsabilidad de mando.

### **2.2.3 Identificación y descripción general de los procesos clave**

Los procesos clave son aquellos vinculados directamente con los productos ofrecidos por la compañía (Ver Figura 2.2). Para el presente trabajo de investigación, detallamos los cinco más representativos a continuación:

#### **Diseño**

Este proceso es desarrollado por el gerente general del taller, quien recibe el pedido del cliente, junto con las especificaciones técnicas de la o las piezas a fabricar. Estas son plasmadas en una hoja con el diseño y medidas requeridas haciendo uso de AutoCAD.

#### **Torneado**

Este proceso es sumamente importante pues transforma la pieza agregando valor a través de dos cilindrados, para lograr sus diámetros finales exterior e interior. En este punto, una buena sujeción de la pieza, alineación exacta al torno y correcto desbronce resultan claves para lograr las medidas deseadas para la pieza final; así mismo, es preciso indicar que, ante cualquier error o desperfecto en el torneado, la pieza tendría que someterse a reprocesamiento incidiendo en los costos y margen final de la misma.

**Figura 2.2**

*Mapa de procesos de la empresa Sefasi E.I.R.L*



### **Cepillado**

La importancia del proceso de cepillado radica en la realización de un canal chavetero a medida, el mismo que permitirá sujetar la pieza, impidiendo que esta se desplace, al someterla a trabajo. Desviaciones del canal o errores de medición en este punto, resultarían en una pieza defectuosa, susceptible a dañar la máquina para la cual ha sido confeccionada e incluso a causar accidentes laborales.

### **Tallado**

El proceso de tallado de dientes, agrega valor convirtiendo a la pieza de un disco a una pieza dentada. En este proceso la cantidad de dientes y el paso entre los mismos se cuida minuciosamente pues la esencia del funcionamiento del piñón dependerá de este proceso.

### **Acabado**

De vital importancia es también el proceso de acabo, puesto que limar las imperfecciones, superficies imperfectas o exceso de viruta en la pieza contribuyen a un correcto desempeño de la pieza al someterla a trabajo intenso; así mismo, este punto

contribuye a brindar una buena imagen del taller a sus clientes, pues un correcto acabado implica calidad en la pieza.

### **Embalaje**

La protección de la pieza es importante tanto para el taller como para sus clientes, ello contribuirá a una correcta recepción de la misma en su lugar de uso final. Evitar daños, rajaduras y quiñes es tan importante como la elaboración misma de la pieza.

### **Despacho**

El proceso de despacho incide en la entrega a tiempo de las piezas elaboradas al cliente final, una entrega realizada dentro de los plazos establecidos resulta clave para mantener las relaciones comerciales con los mismos.

### **Análisis de los indicadores generales del desempeño de los procesos claves**

La empresa Sefasi EIRL tiene al nivel de servicio como principal indicador de desempeño, el cual muestra la efectividad en el cumplimiento de los plazos de entrega establecidos para los pedidos atendidos, comparando así los pedidos entregados a tiempo versus el total de entregas planificadas.

Según datos proporcionados por la empresa, se observó que, durante el año 2018 de un total de 270 pedidos, aproximadamente el 18% se realizó fuera de plazo (ver Tabla 2.2).

**Tabla 2.2**

*Pedidos entregados por Sefasi E.I.R. en el 2018*

| <b>PRODUCTOS</b> | <b>ENTREGA CON DEMORA</b> | <b>ENTREGA A TIEMPO</b> | <b>TOTAL</b> | <b>% CON DEMORA</b> |
|------------------|---------------------------|-------------------------|--------------|---------------------|
| Engranajes       | 8                         | 32                      | 40           | 20%                 |
| Helicoidales     |                           |                         |              |                     |
| Ejes             | 11                        | 54                      | 65           | 17%                 |
| Piñones Rectos   | 17                        | 67                      | 84           | 20%                 |
| Bocinas          | 8                         | 40                      | 48           | 17%                 |
| Soportes         | 5                         | 28                      | 33           | 15%                 |
| <b>Total</b>     | 49                        | 221                     | 270          | 18,15%              |

Así mismo, se consultaron los datos correspondientes para el año 2019 obteniendo como resultado que, de un total de 379 pedidos, aproximadamente el 20% fueron entregados fuera de plazo (ver Tabla 2.3).

**Tabla 2.3***Pedidos entregados por Sefasi E.I.R. en el 2019*

| <b>PRODUCTOS</b>        | <b>ENTREGA CON DEMORA</b> | <b>ENTREGA A TIEMPO</b> | <b>TOTAL</b> | <b>% CON DEMORA</b> |
|-------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------|---------------------|
| Engranajes Helicoidales | 12                        | 42                      | 54           | 22%                 |
| Ejes                    | 17                        | 80                      | 97           | 18%                 |
| Piñones Rectos          | 29                        | 92                      | 121          | 24%                 |
| Bocinas                 | 12                        | 55                      | 67           | 18%                 |
| Soportes                | 7                         | 33                      | 40           | 18%                 |
| <b>Total</b>            | <b>77</b>                 | <b>302</b>              | <b>379</b>   | <b>20,32%</b>       |

En los cuadros anteriores podemos observar, que entre los años 2018 y 2019 hubo un incremento en el porcentaje de pedidos entregados fuera de plazo del orden del 2,17%. Finalmente, con dichos datos, se procedió a calcular el nivel de servicio y la brecha respectiva que significó no llegar a la meta propuesta por el taller durante el año 2019 (ver Tabla 2.4).

**Tabla 2.4***Nivel de servicio para Sefasi E.I.R.*

| <b>Nivel de servicio (Entregas a tiempo/Entregas planificadas)</b> | <b>2018</b>   | <b>2019</b>   | <b>Variación</b> | <b>Meta (2019)</b> | <b>Brecha</b>  |
|--|---------------|---------------|------------------|--------------------|----------------|
| Entregas a tiempo  | 221           | 302           | 36,65%           |                    |                |
| Entregas planificadas  | 270           | 379           | 40,37%           |                    |                |
| <b>(Entregas a tiempo)</b>   | <b>81,85%</b> | <b>79,68%</b> | <b>-2,17%</b>    | <b>90%</b>         | <b>-10,32%</b> |
| <b>(Entregas planificadas)</b>                                     |               |               |                  |                    |                |

*Nota.* Se identificaron las brechas a partir de los registros de la propia organización.

Como resultado se obtuvo que para el año 2019 el nivel de servicio en Sefasi EIRL había pasado del 82% al orden del 80% aproximadamente, siendo la meta para dicho año alcanzar un 90% en nivel de servicio. Por tanto, la brecha presentada fue de poco más del 10%.

#### 2.2.4 Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa

Respecto a las fortalezas de la empresa, es preciso analizar el entorno interno de la misma; en ese sentido, la fidelización de los clientes es un factor muy importante para mantener una posición fuerte en el mercado frente a posibles competidores. En el mismo orden de ideas, la experiencia y especialización en mantenimientos correctivos en distintos rubros, haciendo uso de materiales de alta calidad y ofreciendo precios competitivos hacen de Sefasi E.I.R.L una empresa muy interesante para sus clientes y posibles nuevos clientes, pues se mantiene para ellos como una opción que les significa calidad en el trabajo y precios accesibles.

Por otro lado, las principales debilidades de Sefasi E.I.R.L hoy pasan por la entrega de pedidos fuera de los tiempos previstos. En ese sentido, es importante enfatizar en el cuidado del orden y organización dentro del taller, en aras de contrarrestar dicha debilidad. Finalmente, se evidencia el recargo sobre las funciones de la gerencia general pues no se han separado en estricto las funciones de gestión, administrativos y productivas de su cargo; ello significa que la gerencia general es aún responsable de la cotización y compra de materia prima para cada uno de los pedidos y proyectos de Sefasi E.I.R.L. A continuación, se detallan las fortalezas y debilidades de la empresa (ver tabla 2.5).

**Tabla 2.5**

*Tabla de fortalezas y debilidades de Sefasi E.I.R.L*

| <b>Factor</b>           | <b>FORTALEZAS</b>   | <b>DEBILIDADES</b>                          |
|-------------------------|---|---|
| <b>Análisis Interno</b> | Fidelización de clientes  | Entrega de pedidos fuera de tiempo          |
|                         | Más de 10 años de experiencia realizando mantenimientos correctivos | No se cuenta con información histórica      |
|                         | Precios competitivos  |   |
|                         | Capacidad de atender distintos rubros                               | Altos niveles de desorden y desorganización |



### 2.2.5 Selección del sistema o proceso a mejorar

Para escoger el área de la empresa y el proceso a mejorar, se ha utilizado el análisis factorial de Klein, evaluando las principales partes de la empresa. Se entrevistó al gerente general, el cual indicó qué actividades funcionaban correctamente y en función a eso se calificaron si funcionaban correctamente (muy adecuado), si funcionaban correctamente, pero tenían problemas al ejecutarlas (adecuado) o si no funcionaban de manera adecuada (poco adecuado). Todo esto entorno a los procesos estratégicos, procesos operativos y procesos de apoyo (ver tabla 2.6 a la tabla 2.19).

**Tabla 2.6**

*Variables Análisis factorial Klein*

| VARIABLES |               |
|-----------|---------------|
| <b>A</b>  | Muy adecuado  |
| <b>B</b>  | Adecuado      |
| <b>C</b>  | Poco Adecuado |

**Tabla 2.7**

*Análisis procesos estratégicos*

| Área Administrativa      | A   | B | C |
|--------------------------|-----|---|---|
| Manejo de Documentos     |     | X |   |
| Control de Facturas      | x   |   |   |
| Cobranzas                |     | X |   |
| Relación con el personal |     | X |   |
| Atención al cliente      | x   |   |   |
|                          | 2   | 3 | 0 |
| <b>Porcentaje</b>        | 70% |   |   |

**Tabla 2.8**

*Análisis procesos de apoyo*

| Área Contable                   | A   | B | C |
|---------------------------------|-----|---|---|
| Manejo de estados financieros   |     | X |   |
| Control de caja chica           | x   |   |   |
| Control de recursos financieros |     | X |   |
| Elaboración de informes         |     | X |   |
| Pago a proveedores              |     | X |   |
|                                 | 1   | 4 | 0 |
| <b>Porcentaje</b>               | 60% |   |   |

**Tabla 2.9***Análisis procesos operativos*

| <b>Área de Producción</b>           | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|
| Plan de producción                  |          |          | x        |
| Análisis y control de la producción |          |          | x        |
| Medición del trabajo                |          | x        |          |
| Higiene y seguridad                 |          |          | x        |
| Diseño de las áreas eficiente       |          | x        |          |
| Volumen de merma                    |          | x        |          |
| Cortos tiempos de parada            |          |          | x        |
| Manualidad en los procesos          |          | x        |          |
|                                     | 0        | 4        | 4        |
| <b>Porcentaje</b>                   |          | 25%      |          |

Mediante el análisis Klein realizado se puede concluir que, en los procesos operativos, se identifican más puntos a mejorar teniendo cuatro elementos con un nivel poco adecuado y un similar número de elementos que funcionan correctamente, pero con problemas en la ejecución. Dando así el porcentaje más bajo entre las tres áreas evaluadas.

# **CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO**

## **3.1 Análisis del sistema o proceso objeto de estudio**

### **3.1.1 Descripción detallada del sistema o proceso objeto de estudio**

El proceso objeto de estudio es la producción de piñones rectos e inicia con las especificaciones técnicas enviadas por el cliente, al inicio del proceso de fabricación el operario saca la hoja con el diseño y los cálculos requeridos, acto seguido se traslada a la estantería respectiva, toma una barra de acero bonificado con aleación de cromo molibdeno, conocido como VCL, el cual es resistente a la tracción, torsión y flexión; así mismo, al encontrarse en estado bonificado dicho acero permite su aplicación sin necesidad de tratamiento térmico adicional. A continuación, verifica su estado y mide la longitud de la pieza; seguidamente, traslada la barra de acero al torno y se procede a sujetar la pieza al Chuck, verificando la alineación de la misma usando el reloj comparador.

Una vez sujeto el material, se centra la pieza realizando un pequeño agujero con el contrapunto, posteriormente se refrenta la pieza haciendo uso de la cuchilla de desbaste, la cual permite arrancar la mayor cantidad posible de acero excedente en el menor tiempo; en este punto, se da inicio al cilindrado exterior y luego se verifica, a través de un micrómetro, que se llegue a la medida deseada. El desecho, también llamado viruta, es colocado en una cesta de basura. A continuación, se procede a realizar el agujero central en el piñón, colocando para ello una broca en el contrapunto del torno; luego de ello, se procede a mecanizar el diámetro interior de la pieza con la cuchilla para interiores y se verifica la medida deseada con un alesómetro, el cual es un instrumento que permite determinar diámetros interiores por comparación (sistema de medida diferencial).

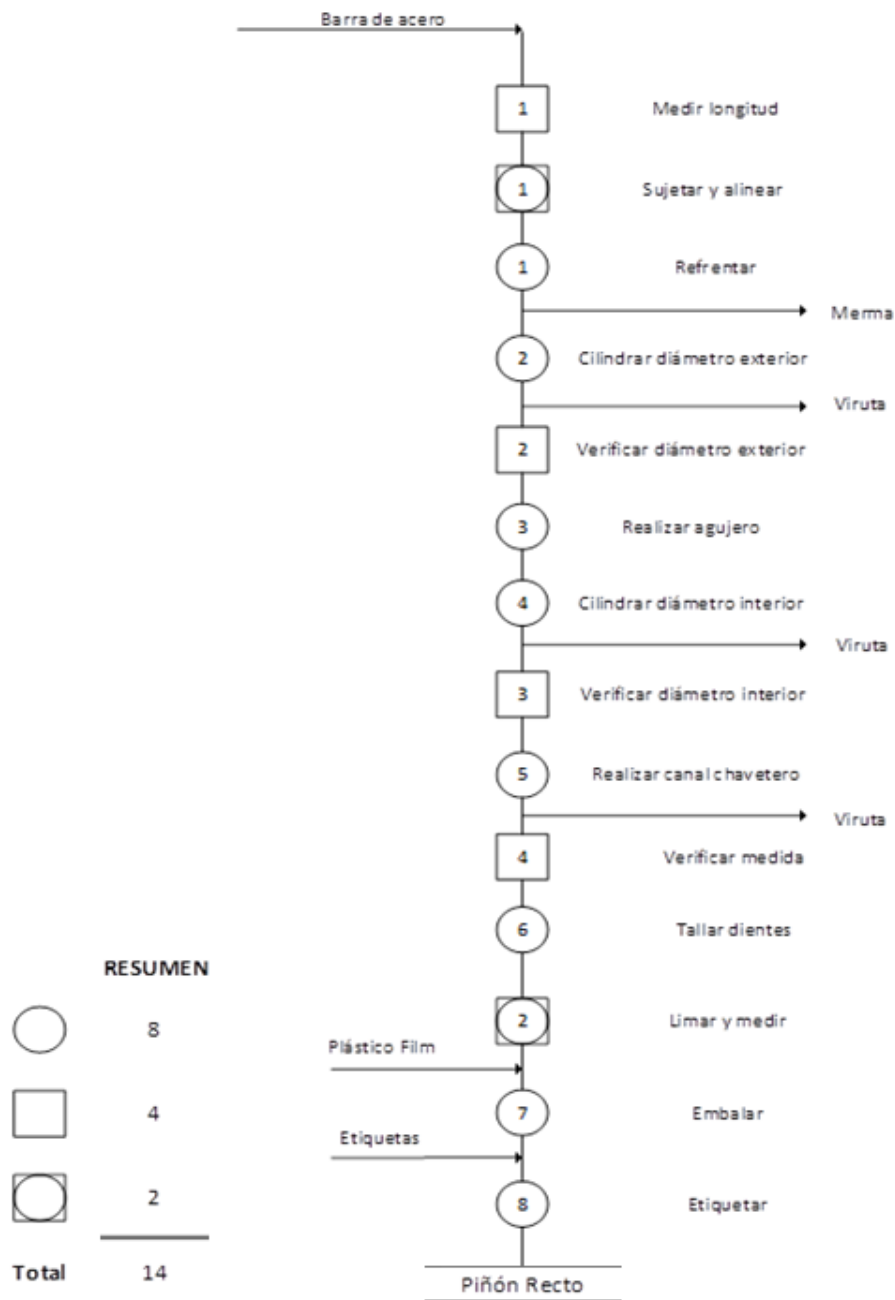
Luego de finalizar el mecanizado interior, el operario traslada la pieza hacia el cepillo de codo, donde se realiza el canal chavetero y se verifica la medida con un calibrador. Continuando con el proceso, la pieza es llevada a la talladora de engranajes, en donde mediante generación continua, se obtienen los dientes del piñón recto.

Posteriormente, el operario retira la pieza de la máquina, llevándola a una mesa de trabajo en donde procede a quitar la viruta a través de un limado manual y verifica las dimensiones del piñón, usando un calibrador.

Finalmente, se realiza el embalado del piñón recto usando para ello plástico film y se procede a etiquetar el pedido con los datos de envío correspondientes (Ver Figura 3.1).

**Figura 3.1**

*Diagrama de operaciones de proceso para la fabricación de piñones rectos*



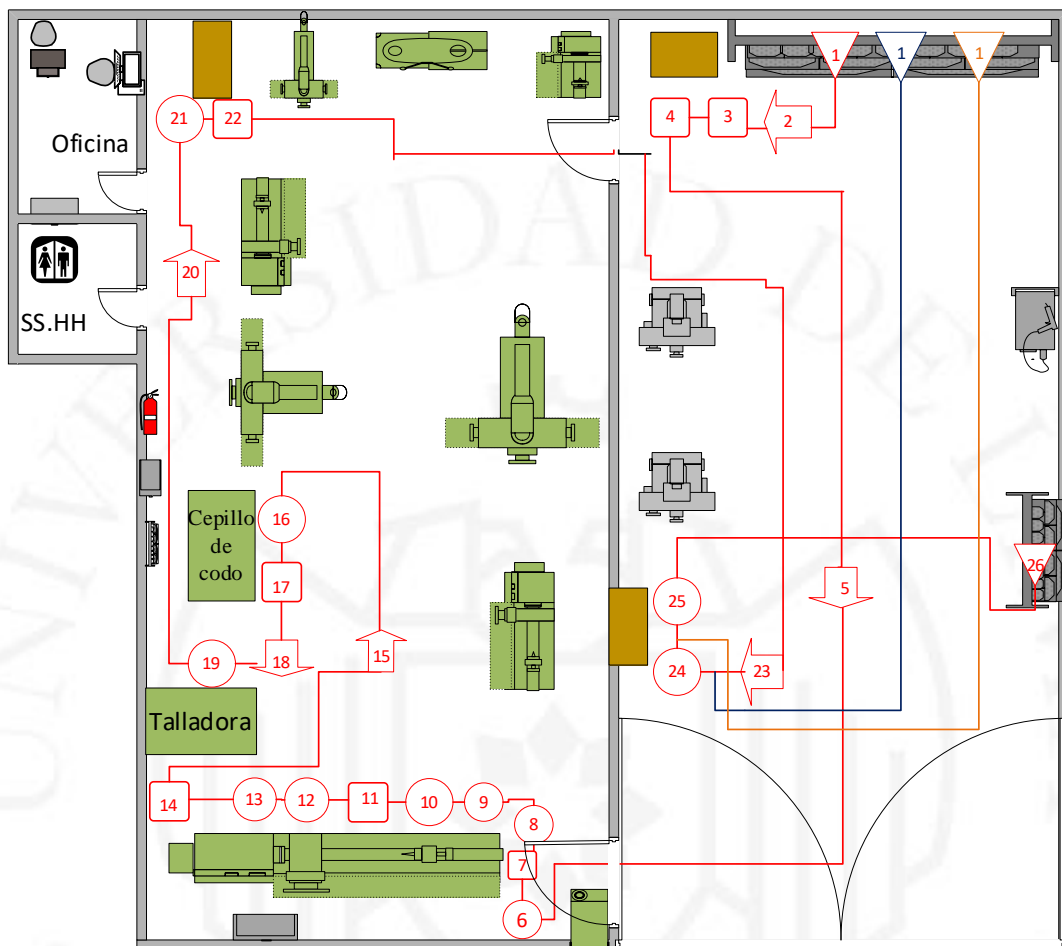
**Figura 3.2**

*Diagrama de actividades de procesos para la elaboración de piñones rectos*

| DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO  |            |  |             |                          |                                   |                          |                          |                                 |               |
|---|------------|--|-------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------|
| Diagrama No. Hoja No. 1/1   |            | OPERARIO <input checked="" type="checkbox"/> |             |                          | MATERIAL <input type="checkbox"/> |                          |                          | EQUIPO <input type="checkbox"/> |               |
| Objetivo:   |            | RESUMEN                                      |             |                          |                                   |                          |                          |                                 |               |
|   |            | ACTIVIDAD                                    | ACTUAL      | PROPUESTO                | ECONOMÍA                          |                          |                          |                                 |               |
| Proceso analizado:  |            | Operación                                    | 11          |                          |                                   |                          |                          |                                 |               |
| Fabricación de Piñon recto.   |            | Transporte                                   | 6           |                          |                                   |                          |                          |                                 |               |
| Metodo:   |            | Espera                                       | 0           |                          |                                   |                          |                          |                                 |               |
| Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/> |            | Inspección                                   | 7           |                          |                                   |                          |                          |                                 |               |
| Localización: SEFASI E.I.R.L  |            | Almacenamiento                               | 2           |                          |                                   |                          |                          |                                 |               |
|   |            | Distancia (m)                                | 35m         |                          |                                   |                          |                          |                                 |               |
|   |            | Tiempo (min)                                 | 421         |                          |                                   |                          |                          |                                 |               |
| Operario: 2   |            |  |             |                          |                                   |                          |                          |                                 |               |
| Elaborado por:  | Fecha:     |  |             |                          |                                   |                          |                          |                                 |               |
| Núñez y Pérez   | 1/12/2020  |  |             |                          |                                   |                          |                          |                                 |               |
| Aprobado por:   | Fecha:     |  |             |                          |                                   |                          |                          |                                 |               |
| Núñez y Pérez   | 01/12/2020 |  |             |                          |                                   |                          |                          |                                 |               |
| Descripción   | Cantidad   | Distancia                                    | Tiempo(min) | Símbolo                  |                                   |                          |                          |                                 | Observaciones |
|   |            |  |             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>        |               |
| 1- Materia prima de estantería  | 1          |  |             |                          |                                   |                          |                          |                                 |               |
| 2- Trasladar materia prima a mesa de trabajo                                  | 1          | 3m   | 1           |                          | x                                 |                          |                          |                                 |               |
| 3-Verificar estado  | 1          |  | 15          |                          |                                   |                          |                          | x                               |               |
| 4- Medir longitud   | 1          |  | 3           |                          |                                   |                          |                          | x                               |               |
| 5-Trasladar hacia torno   | 1          | 10m  | 3           |                          | x                                 |                          |                          |                                 |               |
| 6-Sujetar pieza al Chuck  | 1          |  | 3           |                          | x                                 |                          |                          |                                 |               |
| 7-Verificar alineación  | 1          |  | 7           |                          |                                   |                          |                          | x                               |               |
| 8- Realizar agujero   | 1          |  | 5           |                          | x                                 |                          |                          |                                 |               |
| 9- Refrentar  | 1          |  | 25          |                          | x                                 |                          |                          |                                 |               |
| 10-Cilindrar  | 1          |  | 30          |                          | x                                 |                          |                          |                                 | Agrega Valor  |
| 11-Verificar medida   | 1          |  | 10          |                          |                                   |                          |                          | x                               |               |
| 12- Realizar agujero central  | 1          |  | 40          |                          | x                                 |                          |                          |                                 |               |
| 13- Cilindrar diámetro interno  | 1          |  | 15          |                          | x                                 |                          |                          |                                 | Agrega Valor  |
| 14- Verificar medida  | 1          |  | 15          |                          |                                   |                          |                          | x                               |               |
| 15- Trasladar pieza a cepillo de codo   | 1          | 5m   | 2           |                          | x                                 |                          |                          |                                 |               |
| 16- Realizar canal chavetero  | 1          |  | 60          |                          | x                                 |                          |                          |                                 | Agrega Valor  |
| 17- Verificar medida  | 1          |  | 10          |                          |                                   |                          |                          | x                               |               |
| 18- Trasladar a talladora   | 1          | 3m   | 1           |                          | x                                 |                          |                          |                                 |               |
| 19- Realizar tallado de dientes   | 1          |  | 120         |                          | x                                 |                          |                          |                                 | Agrega Valor  |
| 20-Trasladar a mesa de trabajo  | 1          | 8m   | 2.5         |                          | x                                 |                          |                          |                                 |               |
| 21- Limar manualmente   | 1          |  | 20          |                          | x                                 |                          |                          |                                 | Agrega Valor  |
| 22- Verificar medidas finales   | 1          |  | 12          |                          |                                   |                          |                          | x                               |               |
| 23- Trasladar a mesa de embalaje  | 1          | 6m   | 3           |                          | x                                 |                          |                          |                                 |               |
| 24- Embalar   | 1          |  | 10          |                          | x                                 |                          |                          |                                 | Agrega Valor  |
| 25- Etiquetar   | 1          |  | 8           |                          | x                                 |                          |                          |                                 | Agrega Valor  |
| 26- Estantería de productos terminados  | 1          |  |             |                          |                                   |                          |                          |                                 | x             |
| TOTAL   |            | 26   | 35m         | 421                      | 11                                | 6                        | 0                        | 7                               | 2             |

**Figura 3.3**

*Diagrama de recorrido*





### 3.1.2 Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso

Actualmente la empresa toma como referencia la disponibilidad de máquina y el tiempo de las actividades que agregan valor, respecto al total de horas de fabricación en el proceso, para referenciar el desempeño de su área productiva. La empresa tiene como meta un 95% de disponibilidad de máquina y un 50% de actividades que agreguen valor al proceso. Así mismo, al ser el Torno paralelo la máquina más usada en los distintos procesos del taller se decidió realizar un conteo de las paradas no planificadas, durante el mes de diciembre del año 2020 (ver Tabla 3.1).

**Tabla 3.1**

*Paradas no planificadas Torno paralelo*

| MÁQUINA        | FALLA                                      | ACCIÓN REALIZADA           | DESCRIPCIÓN TIPO      | TIEMPO DE PARADA (min) | OBSERVACIONES          |
|----------------|--|----------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Torno Paralelo | Carro Longitudinal                         | Limpieza                   | Parada no planificada | 100                    | Limpieza y lubricación |
| Torno Paralelo | Sistema de transmisión (desgaste de polea) | Cambio de polea            | Parada no planificada | 520                    | Polea desgastada       |
| Torno Paralelo | Carro Longitudinal                         | Limpieza y lubricación     | Parada no planificada | 120                    | Suciedad de engranajes |
| Torno Paralelo | Caja Principal                             | Cambio de eje sin fin      | Parada no planificada | 600                    | Tornillo Desgastado    |
| Torno Paralelo | Sonido en la caja de cambios               | Limpieza de caja principal | Parada no planificada | 150                    | Lubricación            |
| Torno Paralelo | Embrague de Freno                          | Cambio de paquete          | Parada no planificada | 320                    | Embrague flojo         |
| Torno Paralelo | Carro Longitudinal                         | Cambio de piñón            | Parada no planificada | 600                    | Engranaje desgastado   |
| Torno Paralelo | Fuente Eléctrica                           | Cambio de contactor        | Parada no planificada | 200                    | Recalentamiento        |

Mediante los datos tomados durante el mes de diciembre del 2020 y la información proporcionada por la empresa, respecto a las paradas planificadas, las cuales representan 2 horas semanales, se pudo calcular la disponibilidad de máquina para el torno paralelo del taller, los cálculos son mostrados a continuación:



**Tabla 3.2***Datos de disponibilidad para el torno paralelo*

| Días efectivos laborados al año | Tiempo efectivo laborado al día (hrs) | Tiempo promedio de parada no planificada (hrs) | Paradas no planificadas al mes |
|---------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------------|
| 300                             | 10                                    | 5,44   | 8                              |

Tiempo de Carga = Tiempo para trabajar – Tiempo de parada planificada

Tiempo de Carga = 300 x 10 – (52 x 2) = 2 896 horas

Tiempo de Operación = Tiempo de Carga – Tiempo de parada no planificada

Tiempo de Operación = 2 896 – (8x12x 5,44) = 2 374 horas

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Tiempo de carga}} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{2374}{2896} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad} = 82\%$$

De acuerdo a los cálculos observados se concluye que actualmente la disponibilidad del torno paralelo en Sefasi EIRL es 82%, presentando una brecha respecto a la meta de la empresa de 13%. Finalmente, se calculará a continuación, el porcentaje de actividades de no valor añadido o NVA del proceso.

**Tabla 3.3***Datos de las actividades del proceso*

| Lead Time (min) | Actividades de valor añadido VA (min) |
|-----------------|---------------------------------------|
| 2 119,75        | 263                                   |

$$\% \text{ de actividades NVA} = \frac{\text{Lead Time} - \text{Tiempo de actividades VA}}{\text{Lead Time}} \times 100$$

$$\% \text{ de actividades NVA} = \frac{2\ 119,75 - 263}{2\ 119,75} \times 100$$

$$\% \text{ de actividades NVA} = 87,59\%$$

De acuerdo a los cálculos observados se concluye que actualmente el porcentaje de actividades de no valor añadido en Sefasi EIRL es del 87,59%, presentando una brecha respecto a la meta de 37,59%.

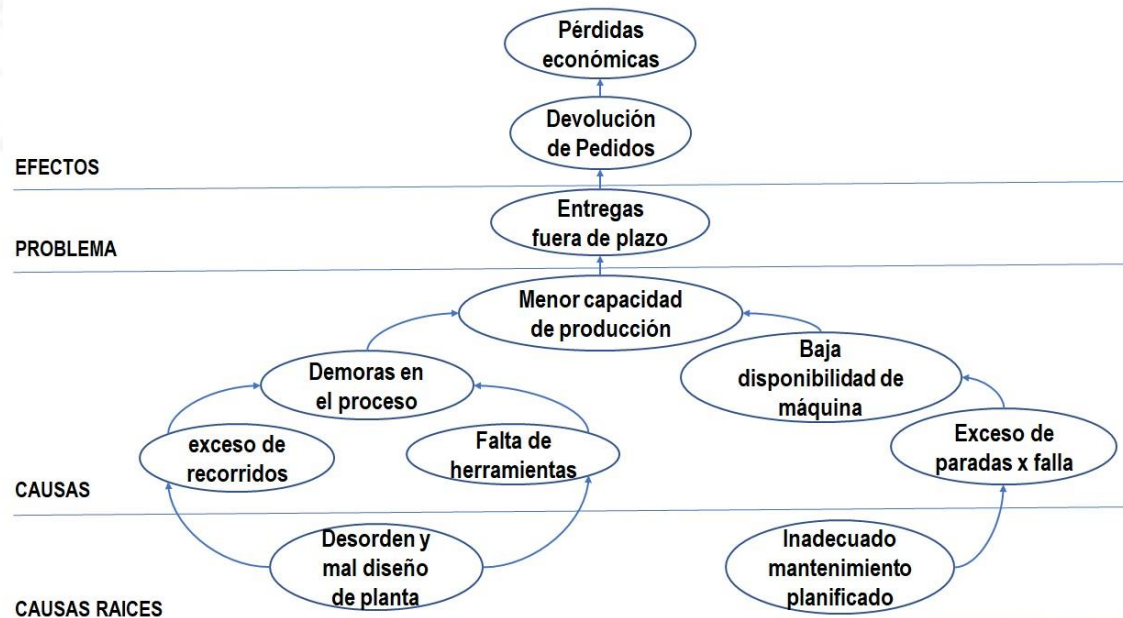
### 3.2 Determinación de las causas raíz de los problemas hallados

Se puede observar el diagrama de árbol causa – efecto (Ver Figura 3.5), donde se indican las causas raíces a los problemas encontrados anteriormente.

En resumen, el deficiente control de la secuencia de producción, ocasiona que haya una mala distribución de planta y desorganización de las herramientas; así mismo, la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo genera que haya una demora en el proceso de fabricación de piezas y por ende se generen pérdidas para la empresa.

**Figura 3.5**

*Diagrama de árbol de la situación encontrada*



Luego de contabilizar el tiempo de parada no planificada mensual para las principales máquinas que intervienen en el proceso, se logró identificar que el Torno paralelo representa más del 80% de las mismas; así también, se determinó que la máquina en mención presentaba la disponibilidad más baja de la línea, con un 82% según las mediciones realizadas para el Mapa de Flujo de Valor actual en la empresa Sefasi EIRL.

**Tabla 3.4***Tiempo de parada de máquina no planificada al mes*

| Motivo          | Tiempo de parada no planificada<br>(min) |
|-----------------|--|
| Torno paralelo  | 2 610                                    |
| Cepillo de codo | 200                                      |
| Talladora       | 120                                      |
| <b>Total</b>    | <b>2 930</b>                             |

A continuación, se detallan los tiempos de demora en el procesamiento y la mala distribución de planta, finalmente se mostrarán los tiempos de demora en planta, considerando las causas más recurrentes; teniendo como objetivo determinar aquellas que generen el 80% o más del tiempo total de parada (Ver Tabla 3.5 a Tabla 3.7).

**Tabla 3.5***Tiempo de demora en el procesamiento*

| Motivo                                     | Valor      |
|--|------------|
| Número de piezas al día                    | 4          |
| Pérdida por búsqueda de instrumentos (min) | 10         |
| Días laborados a la semana                 | 6          |
| <b>TOTAL (min)</b>                         | <b>240</b> |

**Tabla 3.6***Tiempo de demora por mala distribución de planta*

| Motivo                     | Valor      |
|----------------------------|------------|
| Número de piezas al día    | 4          |
| Traslados excesivos (min)  | 4,33       |
| Días laborados a la semana | 6          |
| <b>TOTAL (min)</b>         | <b>104</b> |

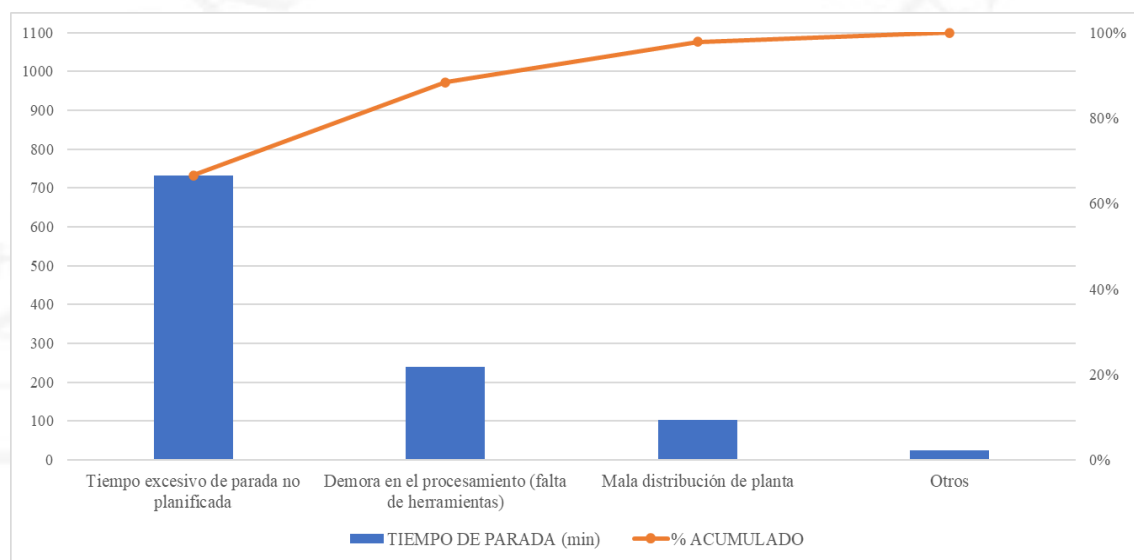
**Tabla 3.7***Tiempo de demora en planta por semana*

| CAUSAS   | TIEMPO DE<br>DEMORA (min) | %<br>RELATIVO | ACUMULADO | %<br>ACUMULADO |
|--|---------------------------|---------------|-----------|----------------|
| Tiempo excesivo de parada no planificada           | 732,5                     | 66,6%         | 732,5     | 67%            |
| Demora en el procesamiento (falta de herramientas) | 240                       | 21,8%         | 972,5     | 88%            |
| Mala distribución de planta                        | 104                       | 9,5%          | 1 076,5   | 98%            |
| Otros  | 23,5                      | 2,1%          | 1 100     | 100%           |
| <b>TOTAL</b>                                       | <b>1100</b>               | <b>100%</b>   |           |                |

Finalmente, se puede apreciar en el diagrama de Pareto adjunto (Ver Figura 3.6) que, el tiempo excesivo de parada no planificada y la demora en el procesamiento, están actualmente generando más del 80% del tiempo total de demoras por semana en la empresa Sefasi E.I.R.L.; por tal motivo en aras de mejorar la problemática respecto a la entrega a tiempo de los pedidos, el enfoque de mejora debe estar centrado en los puntos antes mencionados.

**Figura 3.6**

*Diagrama de Pareto para las causas de demora en planta*



# CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

## 4.1 Planteamiento de alternativas de solución

Dado el diagnóstico e identificación de la causa raíz que genera el principal problema de la empresa Sefasi E.I.R.L, se proponen a continuación, las alternativas de solución respectivas con base a lo anteriormente analizado (ver Tabla 4.1).

**Tabla 4.1**

*Relación de las alternativas de solución con las causas raíces*

| Problema por resolver<br><br>(variable dependiente) | Causas intermedias                                 | Causa raíz<br><br>(variable independiente) | Alternativa de Solución de ingeniería                 | Objetivo y efectos de la solución  |
|---|--|--|---|--|
| Demora en proceso de fabricación                    | Mala distribución de planta, recorridos excesivos  | Inadecuado diseño y desorden en la planta. | Rediseño de planta y aplicación de la técnica de 5S   | Optimización del tiempo y distancias de traslado                         |
|   | Demora en el procesamiento (falta de herramientas) |  |   |  |
|   | Reducción en la capacidad de procesamiento         | Ausencia de programa de mantenimiento      | Aplicación de un programa de mantenimiento preventivo | Reducción de tiempo de parada de máquina y mejor organización del taller |
|   | Tiempo excesivo de paradas no planificadas         |  |   |  |
| Baja disponibilidad de máquinas (debajo del 85%)    |  |  |   |  |

Tomando en cuenta las alternativas mencionadas anteriormente, se definen como objetivos y efectos de la solución, en primer lugar, la optimización del tiempo y distancias de traslado a lo largo del área de producción de taller; así como, la reducción del tiempo de parada de máquina y una mejor organización en el mismo.

## 4.2 Selección de alternativas de solución

### 4.2.1 Determinación y ponderación de criterios evaluación de las alternativas

Para analizar las alternativas de solución se han tomado en cuenta los cinco factores descritos (ver Tabla 4.2) y los posibles resultados que cada factor puede presentar, un puntaje más alto significa un resultado más deseable.

**Tabla 4.2**

*Matriz de enfrentamiento de criterios de evaluación de las soluciones*

| Factor                   | Complejidad | Tiempo de implementación | Inversión | Impacto | Satisfacción de Clientes | Puntaje Total | Peso % |
|--------------------------|-------------|--------------------------|-----------|---------|--------------------------|---------------|--------|
| Complejidad              | X           | 1                        | 0         | 0       | 0                        | 1             | 8,3%   |
| Tiempo de implementación | 1           | X                        | 0         | 0       | 0                        | 1             | 8,3%   |
| Inversión                | 1           | 1                        | X         | 1       | 0                        | 3             | 25%    |
| Impacto                  | 1           | 1                        | 1         | X       | 0                        | 3             | 25%    |
| Satisfacción de Clientes | 1           | 1                        | 1         | 1       | X                        | 4             | 33,3%  |
| TOTAL                    |             |                          |           |         |                          | 12            | 100%   |

### 4.2.2 Evaluación cualitativa y/o cuantitativa de las alternativas de solución

En cuanto a la evaluación de las alternativas de solución propuestas, se ha visto necesario la aplicación del método de ranking de factores con el objetivo de cuantificar las mismas. En ese sentido la puntuación usada se detalla a continuación (ver Tablas 4.3 y 4.4).

**Tabla 4.3**

*Puntuación para ranking de factores*

| Calificación | Puntaje |
|--------------|---------|
| Excelente    | 10      |
| Muy bueno    | 8       |
| Bueno        | 6       |
| Regular      | 4       |
| Deficiente   | 2       |

**Tabla 4.4***Ranking de factores del área de producción*

| Factor                   | Ponderación | Programa de mantenimiento preventivo |            | Rediseño de planta y 5s |            |
|--------------------------|-------------|--------------------------------------|------------|-------------------------|------------|
|                          |             | Calific.                             | Puntaje    | Calific.                | Puntaje    |
| Complejidad              | 0,08        | 6                                    | 0,49       | 6                       | 0,48       |
| Tiempo de implementación | 0,08        | 8                                    | 0,66       | 6                       | 0,48       |
| Inversión                | 0,25        | 8                                    | 2          | 4                       | 1          |
| Impacto                  | 0,25        | 8                                    | 2          | 10                      | 2,5        |
| Satisfacción de Clientes | 0,33        | 8                                    | 2,66       | 8                       | 2,64       |
| <b>TOTAL</b>             | <b>1</b>    |                                      | <b>7,8</b> |                         | <b>7,1</b> |

**4.2.3 Priorización de las soluciones seleccionadas**

Luego de aplicar el método de ranking de factores para seleccionar la mejor propuesta de solución, podemos observar que la alternativa a priorizar es elaborar un plan de mantenimiento preventivo. En ese sentido, se ha seleccionado dicha alternativa por tener una mayor repercusión directa en los objetivos de la empresa.

Sin embargo, a partir del análisis del Diagrama de Pareto pudimos observar que la demora en el procesamiento por falta de herramientas, forma parte del 88% del problema, por lo tanto, se desarrollará la técnica de las 5s; en concreto la primera y segunda “S”, buscando reducir el tiempo de ciclo por pieza y mejorar el orden y organización en el taller.

# CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES

## 5.1 Diseño e Ingeniería del proyecto de solución

En el capítulo anterior se escogió como alternativa de mejora la implementación de un piloto de 5S y un plan de mantenimiento preventivo, por ser una opción que permitiría reducir en 30% las actividades que no agregan valor al proceso; así como, aumentar la disponibilidad del torno del 82% al 95%. Esto permitirá que el nivel de servicio aumente, alcanzando un 90% de pedidos entregados dentro de plazo

A continuación, se detallarán los pasos a seguir para implementar la alternativa de manera correcta.

### Objetivos del proyecto de solución

Es importante plantear los objetivos y metas a las que se apunta llegar mediante la implementación de las mejoras propuestas (ver Tabla 5.1).

**Tabla 5.1**

*Objetivos y metas del proyecto de solución*

| Proyecto de Solución   | Objetivos del proyecto de solución                        | Meta                    | Actividades<br>¿Cómo se<br>logrará? |
|--|---|-------------------------|-------------------------------------|
| Implementar piloto de 5S (1era y 2da S) y plan de mantenimiento preventivo | Reducir el tiempo de las actividades que no agregan valor | Reducir en 30%          | Ver Tabla 5.2                       |
|  | Aumentar la disponibilidad del torno                      | Aumentar del 82% al 95% | Ver Tabla 5.3                       |



**Tabla 5.2***Actividades a realizar para la implementación de piloto de 5s*

| Preparación  | 1era. S Clasificar   | 2da. S Ordenar  |
|--|--|---|
| Capacitar a todo el personal sobre las 5S          | Definir la zona roja   | División de áreas de ubicación de materiales en los estantes de mediante líneas demarcatorias |
| Designar responsables por área                     | Realizar el día de la gran limpieza                              | Rotular las zonas de ubicación de las barras de acero   |
| Diseñar y adquirir tarjetas rojas                  | Clasificar elementos innecesarios y colocar tarjetas rojas       | Rotular lugares de ubicación de mesas de trabajo y máquinas herramientas                      |
| Adquirir elementos para el día de la gran limpieza | Elaborar un Plan para los elementos innecesarios de la zona roja | Rotular lugares de tránsito   |
| Difundir al personal las metas a lograr            | Realizar auditoria 1ra. S  | Implementar mesa para ubicación de materiales a procesar                                      |
|  |  | Rotular lugares de ubicación de materiales colocando señal visual                             |
|  |  | Rotular lugares de ubicación de Instrumentos de medición                                      |

**Tabla 5.3***Actividades para a realizar para el plan de mantenimiento preventivo*

| Actividad  |
|--|
| Inspección del cableado eléctrico del motor cabezal                  |
| Inspección de los rodamientos del motor cabezal                      |
| Revisión de la bomba de refrigerante                                 |
| Revisión de todo el sistema eléctrico                                |
| Sustitución de los rodamientos del motor cabezal                     |
| Cambio de correas en "v" (03 u - A55)                                |
| Megar cables de alimentación eléctrica del torno                     |
| Cambio de aceite de cabezal fijo (Mobil DTE Medium - 4 litros)       |
| Cambio de aceite de caja de cambios (Mobil DTE Medium - 4 litros)    |
| Cambio de aceite de carro longitudinal (Mobil DTE Medium - 2 litros) |
| Cambio de aceite de carro transversal (Mobil DTE Medium - 1/4 litro) |

## 5.2 Desarrollo de la solución

Para el desarrollo de la solución se detallarán las diferentes acciones a realizar para desarrollar la mejora propuesta (Ver Tabla 5.4).

**Tabla 5.4**

*Análisis de recursos y costos requeridos*

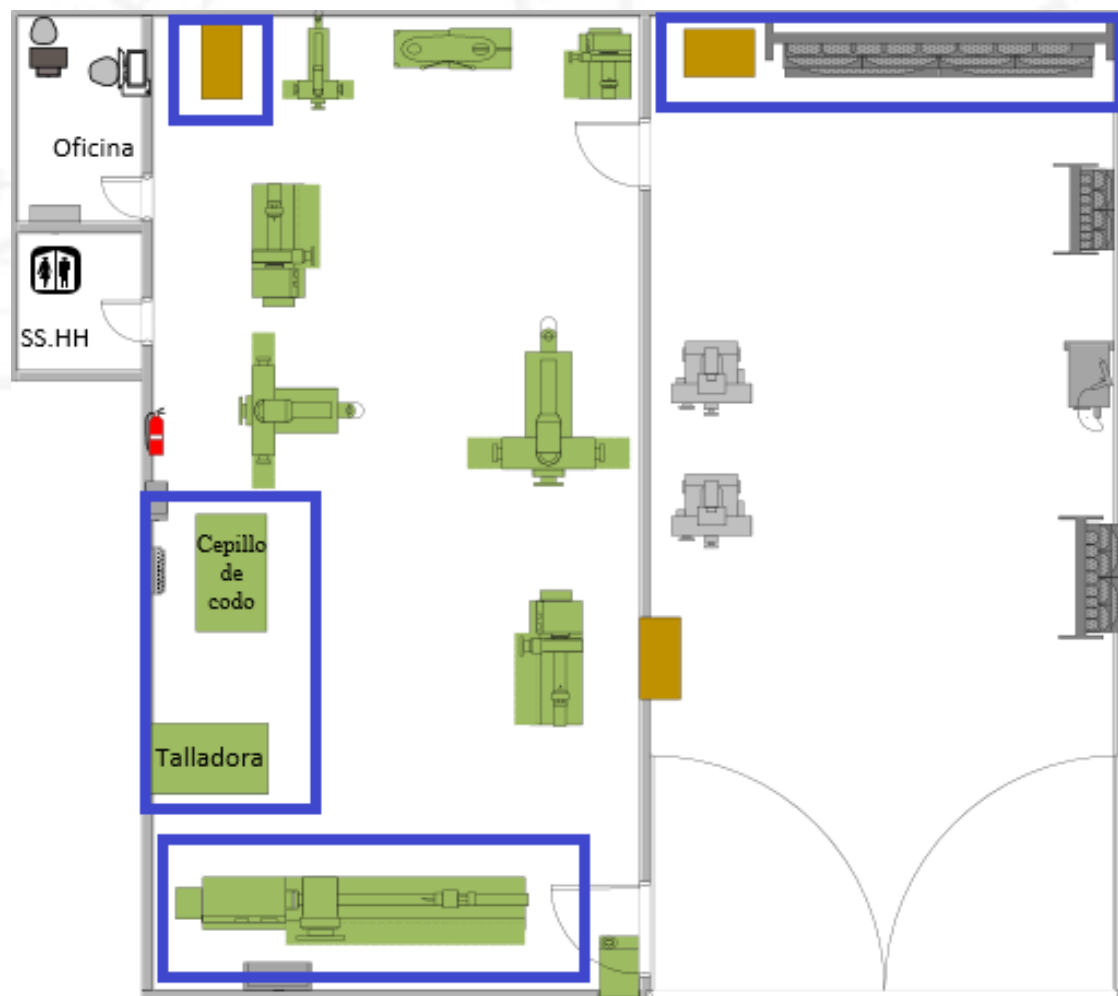
| Actividad  | Objetivo  | Tarea   | Duración  | Recursos  | Costos(S/.) |
|--|---|---|-----------|---|-------------|
| Definición de indicadores de gestión                           | Medir desempeño y elaborar propuesta de mejora          | Elaboración de la herramienta de diagnóstico                                      | 5 semanas | Asistente administrativo  | 240         |
| Preparación para la implementación del piloto de las 5s.       | Difundir al personal las metas a lograr                 | Capacitación del personal y adquisición de tarjetas rojas y elementos de limpieza | 1 semana  | Personal en planilla del taller   | 3 891       |
| Implementación de la 1era S                                    | Clasificar las distintas herramientas del taller        | Retirar del área elementos que no sean útiles con las labores asignadas           | 4 semanas | Jefe de taller y operarios.<br>Tarjetas rojas<br>Elementos para realizar la gran limpieza | 2 122       |
| Implementación de la 2da S                                     | Ordenar instrumentos y estaciones de trabajo del taller | Asignar un lugar a cada elemento clasificado mediante señalización                | 5 semanas | Jefe de taller y operarios.   | 4 118       |
| Elaboración del plan de mantenimiento preventivo para el torno | Aumentar la disponibilidad del torno                    | Contar con plan de mantenimiento  | 2 semanas | Jefe de taller<br>Técnico de mantenimiento tercerizado<br>Repuestos y aceites             | 2 058       |

### 5.3 Plan de implementación de la solución

La implementación iniciará con el piloto de las 5S en el área de producción de las piezas (Ver Figura 5.1) debido a que el desorden que existe ocasiona pérdidas de tiempos en búsqueda de herramientas, materiales y reduce el espacio disponible de trabajo. Estas pérdidas de tiempo sumadas en todas las etapas del proceso de fabricación ocasionan atrasos en la entrega de pedidos. A continuación, se mostrará la situación actual de algunos espacios de trabajo (Ver Figura 5.2 a 5.5).

**Figura 5.1**

*Layout del taller- zonas de implementación de 1era y 2da S*



**Figura 5.2**

*Estantería de materia prima e insumos*



**Figura 5.3**

*Mesa de trabajo*



**Figura 5.4**

*Torno paralelo y tablero*



## Figura 5.5

### *Cepillo de codo*



Antes del inicio de la implementación de la primera y segunda S, se realizaron actividades de preparación con el objetivo de que el proyecto pueda ofrecer buenos resultados. A continuación, se mencionan los siguientes puntos:

- **Capacitar a todo el personal sobre las 5S**

El equipo de capacitación explicó a los operarios de producción, los objetivos específicos SEIRI y la manera de realizar las actividades para su implementación a fin de completarse en cuatro semanas.

- **Designar responsables por área**

A continuación, detallamos los responsables del proyecto, así como de las funciones que cumplirán.

#### **Gerente general**

Es responsable de la buena gestión de la empresa, es responsable de conseguir y otorgar los recursos necesarios para la implementación de las 5S.

#### **Jefe de taller**

Lider del proyecto, designado por el gerente general. Tiene por funciones el desarrollar e implementar la diversas etapas de 5S con el apoyo o dirección del equipo consultor.

## Operarios

Es el personal de apoyo en la ejecución operativa del proyecto, su función es vital para desarrollar cada etapa del mismo.

- **Diseñar y adquirir tarjetas rojas**

Para poder realizar la 1era S se debe hacer uso de tarjetas rojas, las cuales permiten clasificar los elementos de acuerdo a: categoría, nombre del artículo, localización, razones por las que se está colocando la tarjeta, datos del emisor, fecha de aplicación de la tarjeta y método de eliminación (Ver Figura 5.6).

**Figura 5.6**

*Diseño de tarjeta roja*

| Tarjeta Roja 5S's     |  |   |
|-----------------------|--|---|
| CATEGORIA             | 1. Maquinaria<br>2. Accesorios y herramientas<br>3. Instrumento de medición                        | 4. Materia prima<br>5. Producto terminado<br>6. Equipo de oficina |
| NOMBRE DEL ARTICULO   |  | FECHA   |
| LOCALIZACION          | DEPARTAMENTO   | CANTIDAD  |
| RAZONES               | 1. No se necesitan<br>2. No se necesita pronto<br>3. Material de desperdicio<br>4. Uso desconocido | 5. Excedente<br>6. Obsoleto<br>7. Contaminante<br>8. Otro         |
| METODO DE ELIMINACION | 1. Tirar 2. Vender 3. Otros<br>4. Mover areas externas<br>5. Mover a almacen                       | Desecho completo<br>Firma<br>autorizada(s)                        |

*Nota.* De *Manual de Implementación Programa 5s*, por H. Vargas, 2004.

## Implementación de Seiri, Clasificar

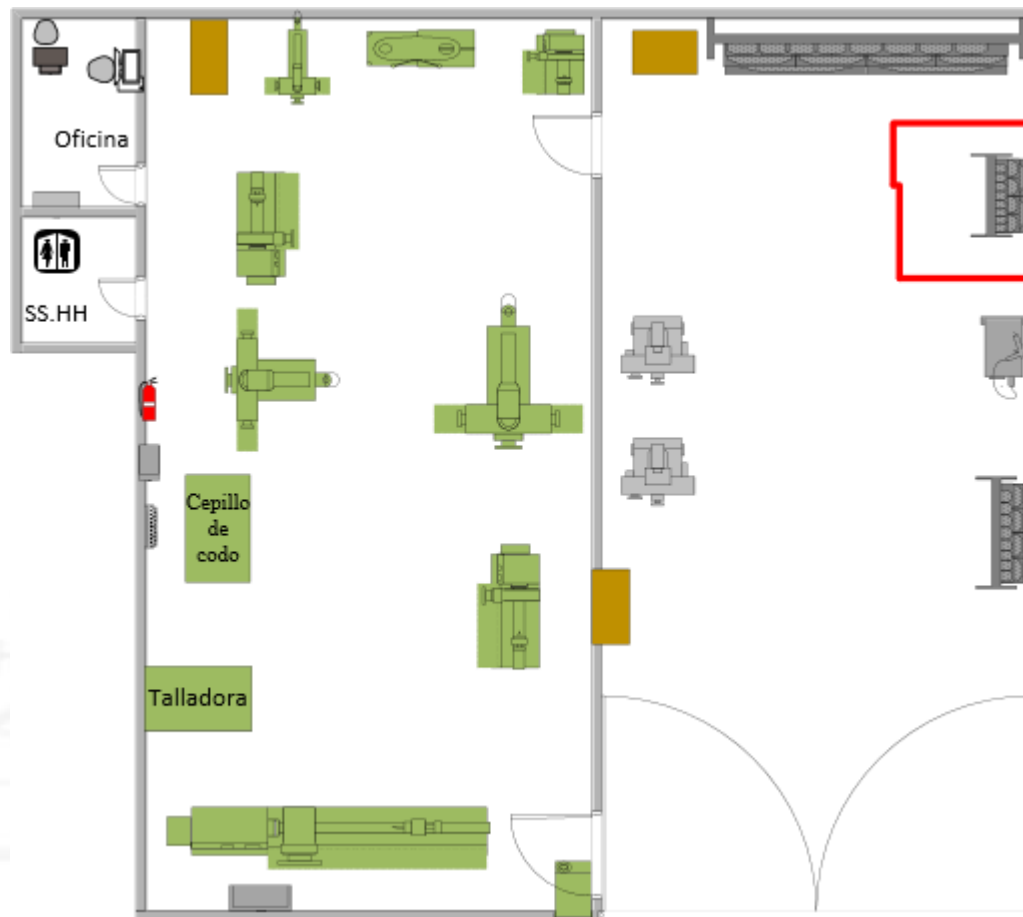
Lo que busca este criterio es retirar del área todos aquellos elementos que no sean necesarios para realizar las labores asignadas. De manera que lo necesario se mantenga cerca de la actividad a ejecutar.

- **Definir la zona roja**

En el área del patio se hará el uso de un anaquel (Ver figura 5.7) para guardar los elementos etiquetados con una tarjeta roja a fin de que sean evaluados con más tiempo. Los ítems etiquetados quedan en zona de observación por un período predeterminado de tiempo.

**Figura 5.7**

*Layout del taller con zona roja definida*



- **Realizar el día de la gran limpieza**

La limpieza en un taller metalmecánico es importante para que los trabajadores puedan realizar sus labores en condiciones adecuadas, esto con el fin de prevenir accidentes, además, esto facilita la revisión de las máquinas e instalaciones para que no se vean afectados en el proceso productivo del taller.

Se acordó realizar una gran limpieza en las instalaciones, esta se realizará durante los días Sábado de las dos primeras semanas de implementación de la 1era S, esto con el fin de poder obtener una mayor organización en el transcurso de la semana.

- **Clasificar elementos innecesarios y colocar tarjetas rojas**

En conjunto con los trabajadores del área, se revisó minuciosamente cada área del proceso de fabricación de los tanques para determinar que objetos tenían utilidad o

resultaban ya innecesarios; y por otro lado se determinó la frecuencia de uso de las herramientas de trabajo para su posterior aplicación o desecho. (Ver cuadro en Anexo 2)

- **Elaborar un Plan para los elementos innecesarios de la zona roja**

Después de colocadas las tarjetas se llevará a cabo el método de eliminación o acción a para los elementos sobre los cuales se le colocó la tarjeta roja. Este proceso tendrá como resultado un área de trabajo con más espacio. (Ver cuadro en Anexo 3)

- **Realizar auditoría Seiri**

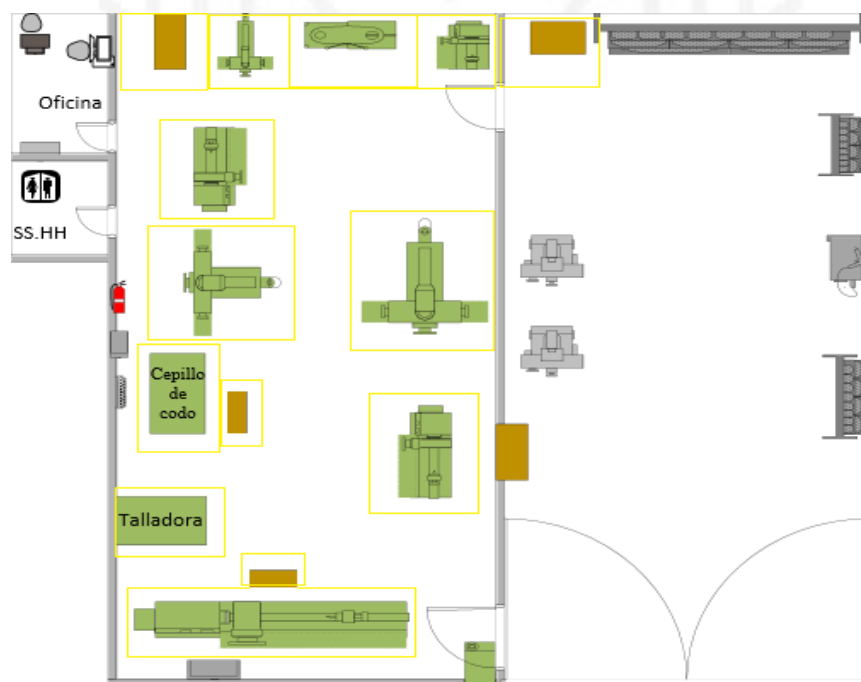
Durante la realización de la primera S se evaluará el compromiso y motivación por parte del personal por cumplir esta etapa en el tiempo establecido para alcanzar los objetivos.

### **Implementación de Setion, Organizar**

Este criterio va de la mano con el criterio de clasificación, ya que al saber qué medidas tomar con los elementos innecesarios, el área de por sí se va organizando mejor y despejando. Para la implementación de esta práctica se debe asignar un lugar a cada elemento clasificado mediante el uso de señalización (Ver Figura 5.8)

**Figura 5.8**

*Layout del taller con señalización de piso*





A continuación, se definirá las actividades a realizar por lugares de ubicación de los diferentes elementos que se utilizan en los puestos de trabajo (Ver Tabla 5.5)

**Tabla 5.5**

*Actividades a realizar por área de trabajo*

| <b>Implementación de 2da S, Ordenar</b>  |  |
|--|--|
| <b>Estantería de materia prima e insumos</b>   | División de áreas de ubicación de materiales en los estantes de mediante líneas demarcatorias<br>Rotular las zonas de ubicación de las barras de acero   |
| <b>Delimitación de máquinas y lugares de paso</b>  | Rotular lugares de ubicación de Mesas de trabajo y máquinas herramientas<br>Rotular lugares de tránsito  |
| <b>Ubicación de herramientas/Instrumentos empleados en el torno</b>                        | Implementar mesa para ubicación de materiales a procesar<br>Rotular lugares de ubicación de materiales colocando señal visual para máx y mín<br>Rotular lugares de ubicación de Instrumentos de medición<br>Rotular lugares de ubicación de herramientas y útiles de trabajo |
| <b>Ubicación de herramientas/Instrumentos empleados en la cepilladora</b>                  | Implementar mesa para ubicación de materiales a procesar<br>Rotular lugares de ubicación de materiales colocando señal visual para máx y mín<br>Rotular lugares de ubicación de Instrumentos de medición<br>Rotular lugares de ubicación de herramientas y útiles de trabajo |
| <b>Ubicación de herramientas/Instrumentos empleados en la talladora</b>                    | Rotular lugares de ubicación de Instrumentos de medición<br>Rotular lugares de ubicación de herramientas y útiles de trabajo   |
| <b>Ubicación de herramientas/Instrumentos de la mesa de trabajo para limado y embalado</b> | Rotular lugares de ubicación de Instrumentos de medición<br>Rotular lugares de ubicación de herramientas y útiles de trabajo   |

- **Realizar auditoria Seiton**

Esta etapa de implementación, el gerente general y los trabajadores deben quedar satisfechos con las delimitaciones realizadas, evidenciándose una mejora en la imagen interna de la empresa, debido a la fácil identificación de las áreas y herramientas de trabajo.

**Plan de mantenimiento preventivo**

Luego de la implementación de las primeras dos S se elaborará un plan de mantenimiento preventivo para el torno paralelo, debido a que, como fue indicado antes, es la máquina que causa más del 80% de tiempos de parada, para eso se diseñarán los

formatos (Ver Figura 5.9) para llevar un mejor control de los mantenimientos e incrementar la disponibilidad de este.

**Figura 5.9**

*Actividades para implementación mantenimiento preventivo*

| ACTIVIDAD  | FRECUENCIA | TIPO | MES |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |
|--|------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|
|  |            |      | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC |  |  |  |  |
| Inspección del cableado eléctrico del motor cabezal                  | Semestral  | MBC  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |
| Inspección de los rodamientos del motor cabezal                      | Semestral  | MBC  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |
| Revisión de la bomba de refrigerante                                 | Anual      | MBC  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |
| Revisión de todo el sistema eléctrico                                | Anual      | MBC  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |
| Sustitución de los rodamientos del motor cabezal                     | Bianual    | MBT  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |
| Cambio de correas en "V" (03 u - A55)                                | Anual      | MBT  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |
| Megar cables de alimentación eléctrica del torno                     | Anual      | MBC  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |
| Cambio de aceite de cabezal fijo (Mobil DTE Medium - 4 litros)       | Semestral  | MBT  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |
| Cambio de aceite de caja de cambios (Mobil DTE Medium - 4 litros)    | Anual      | MBT  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |
| Cambio de aceite de carro longitudinal (Mobil DTE Medium - 2 litros) | Anual      | MBT  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |
| Cambio de aceite de carro transversal (Mobil DTE Medium - 1/4 litro) | Anual      | MBT  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |

Del plan de mantenimiento propuesto, se relacionará los motivos de parada con las soluciones (Ver Tabla 5.6) y se busca la eliminación de las fallas 2, 4, 7 y 8, de manera que los minutos de parada iniciales de 2 610 minutos al mes pasen a ser 690.

**Tabla 5.6**

*Tabla de relación de motivos de parada y soluciones*

| ID | ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO   | RELACIÓN      | FALLA   | N° |
|----|--|---------------|---|----|
| A  | Inspección del cableado eléctrico del motor cabezal                  | <b>A8</b>     | Limpieza del carro longitudinal                         | 1  |
| B  | Inspección de los rodamientos del motor cabezal                      | <b>B4</b>     | Cambio de polea del sistema de transmisión por desgaste | 2  |
| C  | Revisión de la bomba de refrigerante                                 | -             | Limpieza y lubricación del carro longitudinal           | 3  |
| D  | Revisión de todo el sistema eléctrico                                | <b>D8</b>     | cambio de eje sin fin de la caja principal por desgaste | 4  |
| E  | Sustitución de los rodamientos del motor cabezal                     | <b>E4</b>     | limpieza de la caja de cambios por presencia de sonidos | 5  |
| F  | Cambio de correas en "v" (03 u - A55)                                | <b>F2</b>     | Cambio de paquete por falla de embrague de freno        | 6  |
| G  | Megar cables de alimentación eléctrica del torno                     | <b>G8</b>     | Cambio de piñón de carro longitudinal por falla         | 7  |
| H  | Cambio de aceite de cabezal fijo (Mobil DTE Medium - 4 litros)       | <b>H5</b>     | Cambio de contactor por falla eléctrica                 | 8  |
| I  | Cambio de aceite de caja de cambios (Mobil DTE Medium - 4 litros)    | -             |   |    |
| J  | Cambio de aceite de carro longitudinal (Mobil DTE Medium - 2 litros) | <b>J7, J3</b> |   |    |
| K  | Cambio de aceite de carro transversal (Mobil DTE Medium - 1/4 litro) | -             |   |    |

Una vez aplicado esto, se busca obtener una mejora significativa en relación al indicador de disponibilidad del torno, debido a la reducción en los tiempos de parada de máquina, se pasa de un 82% de disponibilidad a un 90,47%.

### 5.3.1 Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución

Para la elaboración del presupuesto requerido para la implementación es necesario contabilizar las horas hombres invertidas por cada persona que participe, y los costos de los materiales involucrados en la mejora. Por lo tanto, se brindará a detalle los costos del proyecto para cada proceso a realizar (Ver Tabla 5.7 a 5.12).

**Tabla 5.7**

*Presupuesto para determinar propuesta de mejora para el área de producción*

| Actividad                                   | Objetivo   | Detalle   | Cantidad | Costo por unidad (S/) |   | Costo total (S/) |     |
|---|--|---|----------|-----------------------|---|------------------|-----|
| Elaborar diagnóstico del área de producción | Definir indicadores y determinar propuesta de mejora | Costo de hora para el asistente administrativo: 1 persona por 30 horas - hombre | 30       | S/                    | 8 | S/               | 240 |
|   |  |   |          | TOTAL                 |   | S/               | 240 |

**Tabla 5.8**

*Presupuesto para la preparación de la implementación de las 5s*

| Actividad                             | Detalle  | Recursos                          | Cantidad              | Costo por unidad (S/) |    | Costo total (S/) |       |     |
|---------------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|----|------------------|-------|-----|
| Preparación para la elaboración de 5S | Capacitar personal en 5S                           | Personal en planilla del taller   | 1                     | S/                    |    | S/               | 3 240 |     |
|                                       | Adquirir elementos para el día de la gran limpieza | Diseñar y adquirir tarjetas rojas | Tarjetas rojas        | 300                   | S/ | 0,5              | S/    | 150 |
|                                       |  |                                   | Brocha                | 4                     | S/ | 15               | S/    | 60  |
|                                       |  |                                   | Detergente            | 5                     | S/ | 10               | S/    | 50  |
|                                       |  |                                   | Trapos industriales   | 6                     | S/ | 6                | S/    | 36  |
|                                       |  |                                   | Mamelucos desechables | 12                    | S/ | 20               | S/    | 240 |
|                                       |  |                                   | Escobilla             | 2                     | S/ | 7                | S/    | 14  |
|                                       |  |                                   | Desengrasante         | 4                     | S/ | 4                | S/    | 16  |
|                                       |  |                                   | Bolsas de basura      | 20                    | S/ | 0,5              | S/    | 10  |
|                                       |  |                                   | Parihuelas            | 2                     | S/ | 25               | S/    | 50  |
|                                       |  |                                   | Anaqueles metálicos   | 1                     | S/ | 25               | S/    | 25  |
|                                       |  |                                   |                       |                       |    | TOTAL            |       | S/  |

**Tabla 5.9***Presupuesto para la realización de la 1era S*

| Actividad              | Detalle  | Costo total (S/) |
|------------------------|--|------------------|
|                        | Definir zona roja  | S/ 150           |
| Ejecución de la 1era S | Clasificar elementos innecesarios y colocar tarjetas rojas | S/ 100           |
|                        | <b>TOTAL</b>   | <b>S/ 250</b>    |

**Tabla 5.10***Presupuesto para la realización de la 2da S*

| Actividad             | Detalle  | Costo total (S/) |
|-----------------------|--|------------------|
|                       | Ordenar estantería de materia prima                            | 110              |
|                       | Delimitar máquinas y lugares de paso                           | 400              |
|                       | Ubicación de herramientas e instrumentos en el torno           | 300              |
| Ejecución de la 2da S | Ubicación de herramientas e instrumentos en el cepillo de codo | 300              |
|                       | Ubicación de herramientas e instrumentos en la talladora       | 100              |
|                       | Mesa de limado y embalado                                      | 100              |
|                       |  | <b>S/ 1 310</b>  |

**Tabla 5.11***Presupuesto de la ejecución de la 1era y 2da S para la mano de obra*

| Actividad                    | Detalle   | Cantidad | Costo por unidad (S/) | Costo total (S/) |
|------------------------------|---|----------|-----------------------|------------------|
| Ejecución de la 1era y 2da S | Costo de hora para el jefe de taller: 1 persona por 120 horas - hombre        | 120      | S/ 18                 | S/ 2 160         |
|                              | Costo de hora para los operarios del taller: 3 persona por 120 horas - hombre | 360      | S/ 7                  | S/ 2 520         |
|                              |   |          | <b>TOTAL</b>          | <b>S/ 4 680</b>  |

**Tabla 5.12***Tabla de costos para mantenimiento preventivo*

| Actividad  | Cantidad | Costo por unidad (S/) | Costo total (S/) |                 |
|--|----------|-----------------------|------------------|-----------------|
| Inspección del cableado eléctrico del motor cabezal                  | 2        | -                     | -                |                 |
| Inspección de los rodamientos del motor cabezal                      | 2        | S/ 0,5                | -                |                 |
| Revisión de la bomba de refrigerante                                 | 1        | S/ 15                 | -                |                 |
| Revisión de todo el sistema eléctrico                                | 1        | S/ 10                 | S/ 300           |                 |
| Sustitución de los rodamientos del motor cabezal                     | 1        | S/ 6                  | S/ 600           |                 |
| Cambio de correas en "v" (03 u - A55)                                | 1        | S/ 20                 | S/ 200           |                 |
| Megar cables de alimentación eléctrica del torno                     | 1        | S/ 7                  | S/ 100           |                 |
| Cambio de aceite de cabezal fijo (Mobil DTE Medium - 4 litros)       | 1        | S/ 4                  | S/ 424           |                 |
| Cambio de aceite de caja de cambios (Mobil DTE Medium - 4 litros)    | 1        | S/ 0,5                | S/ 212           |                 |
| Cambio de aceite de carro longitudinal (Mobil DTE Medium - 2 litros) | 1        | S/ 25                 | S/131            |                 |
| Cambio de aceite de carro transversal (Mobil DTE Medium - 1/4 litro) | 1        | S/ 25                 | S/ 91            |                 |
|  |          |                       | <b>TOTAL</b>     | <b>S/ 2 058</b> |

Luego de observar a detalle los costos de los distintos procesos de mejora, se obtiene un total de S/ 12 429.

### 5.3.2 Cronograma de implementación del proyecto solución

Dada la serie de mejoras antes descritas, el tiempo de ejecución del proyecto será de 17 semanas; así mismo, la implementación de las 1era y 2da S son las que más tiempo tomarán en aplicarse. A continuación, se muestra el detalle de los tiempos de implementación (Ver Tabla 5.13 a 5.15).

**Tabla 5.13**

*Cronograma de implementación enero y primera quincena de febrero*

| Actividad  | Tareas   | ENERO |    |    |    | FEBRERO |    |    |    |
|--|--|-------|----|----|----|---------|----|----|----|
|  |  | S1    | S2 | S3 | S4 | S1      | S2 | S3 | S4 |
| Definición de indicadores de gestión                     | Elaboración de la herramienta de diagnóstico       |       |    |    |    |         |    |    |    |
| Preparación para la implementación del piloto de las 5s. | Capacitar a todo el personal sobre las 5S          |       |    |    |    |         |    |    |    |
|  | Designar responsables por área                     |       |    |    |    |         |    |    |    |
|  | Diseñar y adquirir tarjetas rojas                  |       |    |    |    |         |    |    |    |
|  | Adquirir elementos para el día de la gran limpieza |       |    |    |    |         |    |    |    |

**Tabla 5.14***Cronograma de implementación 2da quincena febrero a 2da semana de marzo*

| Actividad                   | Tareas   | FEBRERO |    | MARZO |    |    |    |
|-----------------------------|--|---------|----|-------|----|----|----|
|                             |  | S3      | S4 | S1    | S2 | S3 | S4 |
| Implementación de la 1era S | Definir la zona roja   | ■       |    |       |    |    |    |
|                             | Realizar el día de la gran limpieza                              | ■       | ■  |       |    |    |    |
|                             | Clasificar elementos innecesarios y colocar tarjetas rojas       | ■       | ■  |       |    |    |    |
|                             | Elaborar un Plan para los elementos innecesarios de la zona roja |         |    | ■     | ■  | ■  |    |
|                             | Realizar auditoria 1ra S   |         |    |       | ■  | ■  |    |

**Tabla 5.15***Cronograma de implementación 2da quincena Marzo a 1era semana de mayo*

| Actividad                             | Tarea   | MARZO |    | ABRIL |    |    |    | MAYO |    |    |    |
|---------------------------------------|---|-------|----|-------|----|----|----|------|----|----|----|
|                                       |   | S3    | S4 | S1    | S2 | S3 | S4 | S1   | S2 | S3 | S4 |
| Implementación de la 2da S            | División de áreas de ubicación de materiales en los estantes de mediante líneas demarcatorias | ■     |    |       |    |    |    |      |    |    |    |
|                                       | Rotular las zonas de ubicación de las barras de acero   | ■     | ■  |       |    |    |    |      |    |    |    |
|                                       | Rotular lugares de ubicación de mesas de trabajo y máquinas herramientas                      |       |    | ■     | ■  | ■  | ■  |      |    |    |    |
|                                       | Rotular lugares de tránsito   |       |    | ■     | ■  | ■  | ■  |      |    |    |    |
|                                       | Implementar mesa para ubicación de materiales a procesar                                      |       |    | ■     | ■  | ■  | ■  |      |    |    |    |
|                                       | Rotular lugares de ubicación de materiales colocando señal visual                             |       |    | ■     | ■  | ■  | ■  |      |    |    |    |
|                                       | Rotular lugares de ubicación de Instrumentos de medición                                      |       |    | ■     | ■  | ■  | ■  |      |    |    |    |
| Elaboración del plan de Mantenimiento | Contar con plan de Mantenimiento  |       |    |       |    |    | ■  | ■    |    |    |    |



## 5.4 Aseguramiento del proyecto de solución

Para la etapa de aseguramiento de la solución se elaboró un plan (Ver Tabla 5.16) el cual deberá llevarse cada 15 días a fin de verificar que las mejoras funcionen correctamente y se alcancen los objetivos planteados.

**Tabla 5.16**

*Plan para el aseguramiento del proyecto de mejora*

| Objetivo   | Metas   | Indicadores              | Actividad                                   | Duración | Responsable     |
|--|---|--------------------------|---|----------|-----------------|
| Personal comprometido con las mejoras a implementarse          | Crear una cultura organizacional  | -                        | Capacitación al personal                    | 2 días   | Gerente General |
| Clasificar las herramientas a utilizarse en el área productiva | Lograr que el tiempo de NVA disminuya en 30% con respecto a la situación actual | Tiempo de NVA            | Registro de materiales que no agregan valor | 1 día    | Operario        |
| Lograr un correcto uso de las áreas de producción              | Lograr que el tiempo de NVA disminuya en 30% con respecto a la situación actual | Tiempo de NVA            | Registro de orden del taller                | 1 día    | Jefe de Taller  |
| Disminuir el porcentaje de tiempo de parada del torno          | Lograr que la disponibilidad del torno llegue a más del 95%                     | Disponibilidad del torno | Ejecución de plan de mantenimiento          | 1 día    | Jefe de Taller  |

Para esto, se formará un comité de mejora compuesto por el Gerente general de la empresa, el jefe de taller y un operario que represente al personal del área productiva de la compañía.

## **CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PROYECTO DE SOLUCIÓN**

### **6.1 Evaluación cualitativa de la solución**

A continuación, se muestra el detalle de la inversión requerida para el proyecto, sustentados en el capítulo anterior:

**Tabla 6.1**

*Tabla de costos para la propuesta de mejora*

| CONCEPTO                                   | MONTO (S/)    |
|--|---------------|
| Elaboración de diagnóstico de la empresa   | 240           |
| Capacitación e insumos                     | 3 891         |
| Ejecución de 1era S                        | 250           |
| Ejecución de 2da S                         | 1 310         |
| Mano de Obra                               | 4 680         |
| Implementación de Mantenimiento preventivo | 2 058         |
| <b>TOTAL</b>                               | <b>12 429</b> |

Así mismo, se ha considerado un valor anual de S/ 6 738,00 por concepto de costos operativos relacionados, considerando en dicho monto la mano de obra en el proyecto y la ejecución del plan de mantenimiento preventivo. Finalmente, los beneficios que tendrá la empresa por la implementación de esta solución ascienden a S/ 32 443,05 y se detallan a continuación (Ver Tabla 6.2).

**Tabla 6.2**

*Ingresos obtenidos por la propuesta de mejora*

| CONCEPTO                           | MONTO        |
|------------------------------------|--------------|
| Reducción de demoras en el proceso | S/ 19 237,40 |
| Reducción en paradas de máquina    | S/ 13 205,65 |
| TOTAL                              | S/ 32 443,05 |

## **6.2 Determinación de los escenarios para la solución propuesta**

Para determinar los escenarios posibles para la implementación del piloto de 5S, se considerarán 3 escenarios posibles; estos son: Pesimista, conservador y optimista.

### **Escenario pesimista**

En un escenario pesimista, se lograría implementar el programa piloto de 5S (actividades preliminares e implementación); sin embargo, el personal no podría responder a las exigencias del proyecto respecto a su aseguramiento y continuidad en el tiempo; así mismo, la gerencia no tendría un adecuado compromiso con el proyecto. Ello originaría que no se cumplan las expectativas respecto al mantenimiento preventivo como parte de la solución para la problemática de Sefasi EIRL. Así también el líder del programa de 5S ejecutaría actividades no relacionadas a la solución, no existiría retroalimentación efectiva hacia los operarios con lo cual se desconocen las competencias a mejorar. Lo antes mencionado significaría, que el taller se vería incapaz de cumplir el plan de aseguramiento para las herramientas de 5S y que el plan de mantenimiento preventivo se vería trunco antes del primer año de implementación.

### **Escenario conservador**

En un escenario conservador, los operarios responderían correctamente al programa, aunque unos presentarían mayores dificultades que otros. Además, la gerencia tendrá un compromiso adecuado y firmeza en el cumplimiento del plan de aseguramiento mes a mes. Así mismo, el líder asignado al programa de 5S, contará con el apoyo de la gerencia, es por ello que realizará las funciones establecidas para la ejecución de las herramientas de 5S; así como, el cumplimiento del plan de mantenimiento respecto a las actividades

programadas mes a mes. Sin embargo, se considerará que la curva de aprendizaje de los operarios sería prolongada y retrasando la puesta en práctica de las soluciones propuestas.

### **Escenario optimista**

Finalmente, en un escenario optimista, los operarios responderían de la mejorar manera al programa, sin excepción. Además, la gerencia tendría un total compromiso en el proyecto por lo que invertiría los recursos y materiales necesarios en el aseguramiento del plan piloto de 5S y el cumplimiento estricto del plan de mantenimiento preventivo propuesto. Además, el líder asignado, será el guía de todas las personas involucradas, y buscará constantemente oportunidades de mejora. Asimismo, se considerará una curva de aprendizaje relativamente corta, producto de las auditorías constantes y la buena retroalimentación en el proyecto.

### **6.3 Estimación de los resultados de la implementación**

Para el presente proyecto se ha tomado en cuenta una tasa de rendimiento interno o COK del 20%, pues es el costo de oportunidad con el cual la empresa trabaja para evaluar sus proyectos. Por otro lado, se ha considerado un horizonte de evaluación de 2 años, al tratarse de un proyecto de implementación de 5S y plan de mantenimiento preventivo, los cuales deberán reflejar resultados al corto plazo (Ver Tabla 6.3).

**Tabla 6.3**

*Flujo de Caja Probable*

|                       | 0          | 1         | 2         |
|-----------------------|------------|-----------|-----------|
| INVERSIÓN TOTAL       | -12 429,00 |           |           |
| (+) BENEFICIO BRUTO   |            | 16 221,52 | 16 221,52 |
| (-) COSTOS OPERATIVOS |            | -6 738,00 | -6 738,00 |
| Flujo Neto de Fondos  | -12 429,00 | 9 483,52  | 9 483,52  |

Así mismo, se realizó la evaluación económica aplicando el factor de actualización correspondiente al valor COK seleccionado en el presente proyecto (Ver Tabla 6.4).

**Tabla 6.4**

### *Evaluación económica probable*

|                                   | 0          | 1         | 2         |
|-----------------------------------|------------|-----------|-----------|
| Factor de actualización           | 1,00       | 0,80      | 0,64      |
| VAN de cada periodo               | -12 429,00 | 7 586,82  | 6 069,46  |
| Flujo Neto descontado y acumulado |            | 7 586,82  | 13 656,28 |
| VALOR ACTUAL NETO                 |            | -4 842,18 | 1 227,28  |

Finalmente, con los datos mostrados se procedió a calcular el VAN económico del proyecto, la relación beneficio costo, el TIR económico del proyecto y el periodo de recupero (Ver tabla 6.5).

**Tabla 6.5**

#### *Indicadores de la evaluación económica probable*

| Concepto                                | Valor    |
|---|----------|
| VAN Económico                           | 2 418,81 |
| Relación B / C                          | 1,10     |
| TIR Económico                           | 0,33     |
| Periodo de Recuperación de la Inversión | 1,35     |

Se puede apreciar un VAN positivo considerando también que se obtiene una relación beneficio costo mayor a 1; así mismo, un TIR económico del orden del 33% siendo este mayor a la tasa de retorno considerada en 20%; por otro lado, se estableció que el periodo de recupero para la inversión del proyecto es de 1,35; es decir, 1 año y 18 semanas.

#### **6.4 Análisis de sensibilidad del proyecto de mejora**

Para el análisis de sensibilidad se plantearán tres escenarios, considerando distintos valores en el nivel de servicio obtenidos a partir de la mejora planteada.

En el escenario optimista se alcanzará un aumento del orden del 15% en el nivel de servicio, logrando llegar a un 95% en el mismo.

Así mismo, en el escenario probable se logrará llegar a la meta prevista del 90% en el nivel de servicio.

Por último, el escenario pesimista se considerará un aumento en el nivel de servicio del orden del 8%, alcanzando un 88% en el mismo.

### **Escenario optimista**

A continuación, se muestran los flujos y evaluación económica considerando los ingresos a partir de un nivel de servicio al 95% (Ver Tabla 6.6 a 6.8).

**Tabla 6.6**

*Flujo de caja optimista*

|                       | 0       | 1      | 2      |
|-----------------------|---------|--------|--------|
| INVERSIÓN TOTAL       | -12 429 |        |        |
| (+) BENEFICIO BRUTO   |         | 18 167 | 18 167 |
| (-) COSTOS OPERATIVOS |         | -6 738 | -6 738 |
| Flujo Neto de Fondos  | -12 429 | 11 429 | 11 429 |

**Tabla 6.7**

*Evaluación económica optimista*

| EVALUACIÓN ECONÓMICA              | 0       | 1      | 2      |
|-----------------------------------|---------|--------|--------|
| Factor de actualización           | 1       | 0,8    | 0,64   |
| VAN de cada periodo               | -12 429 | 9 143  | 7 314  |
| Flujo Neto descontado y acumulado |         | 9 143  | 16 457 |
| VALOR ACTUAL NETO                 |         | -3 286 | 4 028  |

**Tabla 6.8**

*Indicadores de la evaluación económica optimista*

| Concepto                                | Valor    |
|---|----------|
| VAN Económico                           | 5 464,31 |
| Relación B / C                          | 1,32     |
| TIR Económico                           | 52%      |
| Periodo de Recuperación de la Inversión | 1,20     |

Como se puede observar, en comparación con el escenario probable, el VAN aumenta en más de 50%, llegando a los S/ 5 464,31; así mismo, el TIR alcanza el 52%, haciendo el proyecto más atractivo para el inversionista; por otra parte, el beneficio/costo pasa a ser 1,32 y el periodo de recupero es de 1,20 o 1 año con 10 semanas; es decir, el tiempo para recuperar la inversión disminuye en 8 semanas respecto al escenario probable.

### Escenario pesimista

A continuación, se muestran los flujos netos y evaluación económica considerando los ingresos a partir de un nivel de servicio al 88% (Ver Tabla 6.9 a 6.11).

**Tabla 6.9**

#### *Flujo de caja pesimista*

|                       | 0          | 1         | 2         |
|-----------------------|------------|-----------|-----------|
| INVERSIÓN TOTAL       | -12 429,00 |           |           |
| (+) BENEFICIO BRUTO   |            | 15 691,27 | 15 691,27 |
| (-) COSTOS OPERATIVOS |            | -6 738,00 | -6 738,00 |
| Flujo Neto de Fondos  | -12 429,00 | 8 953,27  | 8 953,27  |

**Tabla 6.10**

#### *Evaluación económica pesimista*

| EVALUACIÓN ECONÓMICA              | 0          | 1         | 2         |
|-----------------------------------|------------|-----------|-----------|
| Factor de actualización           | 1          | 0,8       | 0,64      |
| VAN de cada periodo               | -12 429,00 | 7 162,62  | 5 730,09  |
| Flujo Neto descontado y acumulado |            | 7 162,62  | 12 892,71 |
| VALOR ACTUAL NETO                 |            | -5 266,38 | 463,71    |

**Tabla 6.11**

#### *Indicadores de la evaluación económica pesimista*

| Concepto                                | Valor    |
|---|----------|
| VAN Económico                           | 1 588,62 |
| Relación B / C                          | 1,04     |
| TIR Económico                           | 28%      |
| Periodo de Recuperación de la Inversión | 1,41     |

Como se puede observar, en comparación con el escenario probable el VAN y TIR disminuyen significativamente; así mismo, el beneficio/costo pasa a ser 1,04; es decir, que el inversionista sólo recuperaría 4 céntimos por cada sol invertido en el proyecto. Finalmente, el periodo de recupero sería de 1,41 o 1 año con 21 semanas. Sin embargo, es importante destacar que, a pesar de lo antes mencionado, el proyecto sigue siendo viable y rentable aún en un escenario pesimista.

## 6.5 Evaluación social del proyecto de mejora

Es importante en cualquier proyecto, el impacto social generado con su implementación, en ese sentido, se detalla la relación e impacto para cada Stakeholder en el presente caso de análisis (Ver Tabla 6.12).

**Tabla 6.12**

### *Valoración social del proyecto*

| Stakeholder  | Relación   | Impacto   | Requiere                                    |
|--------------|--|---|---|
| Estado       | Generación de políticas para la reactivación económica | Incremento en la recaudación tributaria                               | Pago de impuestos por parte de las empresas |
| Sociedad     | Desarrollo económico y social                          | Generación de puestos de trabajo                                      | Responsabilidad social                      |
| Clientes     | Demanda hacia los productos elaborados por la empresa  | Satisfacción de las necesidades y requerimientos de los clientes      | Entregas dentro de los plazos establecidos  |
| Trabajadores | Fuerza de trabajo                                      | Mejora en la economía de sus familias; así como mejor calidad de vida | Condiciones de trabajo favorables           |
| Proveedores  | Parte de la cadena de suministro                       | Contribuye al crecimiento de la empresa                               | Precios competitivos y acordes al mercado   |

Podemos observar que los impactos generados van desde contribuir al estado con incrementar su recaudación tributaria, hasta la mejora en la economía familiar de los colaboradores de la empresa y esto responde precisamente al sentido de responsabilidad social que el proyecto alcanza, de tal forma que proyecte beneficios hacia afuera y no solo a la interna de la empresa. A continuación, se detallan algunos indicadores cuantificables para el impacto social generado (Ver Tabla 6.13).

**Tabla 6.13**

### *Valor social generado*

| Indicadores                          |       |
|--------------------------------------|-------|
| Trabajadores contratados formalmente | 2     |
| Operarios capacitados                | 5     |
| Clientes satisfechos                 | 8     |
| Productividad del Trabajo (S/)       | 7 330 |



## CONCLUSIONES

Mediante la aplicación de herramientas de ingeniería, se identificaron oportunidades de mejora, planteado dos soluciones: la implementación de la técnica de 5S y un plan de mantenimiento preventivo en el área de producción.

Mediante el mantenimiento preventivo en el torno se genera una reducción en los tiempos de parada de máquina, y se pasa de un 82% de disponibilidad a un 90.47%.

Por medio de la técnica de las 5S se redujo el tiempo de actividades que no agregan valor en un 30%, lo cual permitió que las entregas dentro de tiempo de productos terminados pasen de un 80% a un 90%, representando un beneficio anual de S/ 7 682,03 nuevos soles.

El proyecto ha demostrado un VAN de S/2 418,81 es mayor que cero, y la TIR de 33% es mayor que el costo de oportunidad (COK) de 20%, con lo cual se demuestra que la propuesta de mejora es factible.

## RECOMENDACIONES

Es recomendable que se busque involucrar al personal mediante la enseñanza de la metodología de las 5s, dándole a conocer sus beneficios y la gran ayuda que esta puede significar para la aplicación de otras estrategias de mejora.

Se recomienda la implementación de la filosofía TPM para realizar el mantenimiento planificado de las máquinas, sin paradas no programada.

Se recomienda la compra de equipos de protección personal, con el objetivo de proteger al operario de posibles incidentes, y así complementar la implementación del piloto de las 5S.

Por último, se recomienda la implementación de otras soluciones propuestas como la redistribución de planta, la compra de un centro mecanizado y la adquisición de una máquina CNC.

## REFERENCIAS

- Asociación PYME Perú rechaza incertidumbre política. (4 de Agosto de 2020). *Asociación Lucidez*. <https://lucidez.pe/asociacion-pyme-peru-rechaza-incertidumbre-politica/>
- Benites Aliaga, V. (2017). *Análisis y propuesta de mejora de procesos para una empresa metalmeccánica de sistemas de izaje para centros mineros*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú] Repositorio institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9448>
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F. y Noriega, M. T. (2010). *Mejora continua de los procesos: herramientas y técnicas*. Universidad de Lima, Fondo Editorial. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/10832>
- Canahua Apaza, N. (2020). *Propuesta de mejora en el área de producción en una empresa metalmeccánica utilizando Lean Six Sigma*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] Repositorio institucional de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/650346>
- Cieza-Guzmán, J., y Recuenco-Patiño, G. (2020). *Mejora en el proceso de producción de neumáticos en el área de producción de rodantes en la empresa Lima Caucho S.A.* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima] Repositorio institucional de la Universidad de Lima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/11257>
- Córdova Rojas, F. (2013). *Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmeccánica usando la manufactura esbelta*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú] Repositorio institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4712>
- Cuadros-Yucra, G., y Piedra-Vílchez, F. (2017). *Estudio para la mejora en el área de producción de la empresa Textiles MAG&M S.A.C. aplicando la metodología 5s*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima]. Repositorio institucional de la Universidad de Lima. <http://doi.org/10.26439/ulima.tesis/8070>
- Jimeno Bernal, J. (29 de mayo de 2015). *Análisis de causa raíz – Metodología para investigar y resolver incidencias. PDCA Home*. <https://www.pdcahome.com/7642/analisis-de-causa-raiz-metodologia-para-investigar-y-resolver-incidencias/>

- Mariátegui, L. (14 de febrero de 2020). Industria metal mecánica, motor del desarrollo. *RPP Noticias*. <https://rpp.pe/columnistas/leandromariategui/industria-metal-mecanica-motor-del-desarrollo-noticia-1245757>
- Perez-Reyes, R. (3 de julio de 2018). Sector metalmeccánico registró crecimiento de 6,1% en primer cuatrimestre 2018. *Gestión*. <https://gestion.pe/signwall/?outputType=signwall&signwallHard=1>
- Rodriguez, I. (2016). *Implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta para mejorar el proceso de fabricación de tanques para combustibles en la Empresa Famer,sa S.C.R.L.* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo] Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3653>
- Salas Maceda, M. (2015). *Propuesta de mejora del programa de mantenimiento preventivo actual en las etapas de prehilado e hilado de una fábrica textil.* [Trabajo de pregrado de Ingeniería Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] Repositorio institucional de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/578614>
- Salazar López, B. (31 de octubre de 2019). Mapa de flujo de valor (VSM), Value Stream Map. *Ingeniería Industrial online.com*. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mapa-de-flujo-de-valor-vsm/>
- Vargas Rodríguez, H. (2004). Manual de implementación de las 5S. Corporación Autónoma Regional de Santander, Oficina de Control Interno. [file:///C:/Users/Saga/Downloads/MANUAL\\_DE\\_IMPLEMENTACION\\_PROGRAMA\\_5S\\_VER%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Saga/Downloads/MANUAL_DE_IMPLEMENTACION_PROGRAMA_5S_VER%20(3).pdf)


## BIBLIOGRAFÍA

- Arrieta Posada, J. (2007). Interacción y conexiones entre las técnicas 5s, SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo. *Tecnura*, 10(20), 139-148. <https://www.redalyc.org/pdf/2570/257021012012.pdf>
- Buitrago Manzano, M., y Escobar Balnta, Y. (2011). *Desarrollo de una metodología para mejorar la productividad en el taller metalmecánico de Unión Plástica LTDA*. [Trabajo de pre grado, Universidad de San Buenaventura] Repositorio institucional de la Universidad de San Buenaventura. [http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/731/1/Desarrollo\\_Unio\\_PI% C3%A1stica\\_2011.pdf](http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/731/1/Desarrollo_Unio_PI%20C3%A1stica_2011.pdf) .
- Mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, ¿cuál es mejor? (s.f.). *EINATEC*. <https://einatec.com/mantenimiento-correctivo-preventivo-y-predictivo/Jimeno>
- Maynard, H. (2006). *Manual del Ingeniero Industrial*. Mcgraw-hill.



**ANEXOS**

## Anexo 1: Carta de autorización firmada



**SEFASI**  
SERVICIOS FABRICACIÓN Y SUMINISTROS INDUSTRIALES


Lima, 18 de enero del 2021

**CARTA DE AUTORIZACIÓN**

Facultad de Ingeniería Industrial  
Oficina de Grados y Títulos,

Por medio de la presente, yo, GUSTAVO ALBERTO JIMÉNEZ HUATUCO, Gerente General de la empresa SEFASI E.I.R.L. o SERVICIOS DE FABRICACIÓN Y SUMINISTROS INDUSTRIALES E.I.R.L. otorgo la presente carta de autorización a los estudiantes de la especialidad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Lima PABLO OSCAR NÚÑEZ CASTILLO de código 20102576 y LUIS JEAN PIERRE PÉREZ CAMPOS de código 20100850, que tienen como asesor de tesis al Ingeniero CARLOS AUGUSTO LIZARRAGA PORTUGAL, la realización del trabajo de investigación en esta empresa a partir del mes de octubre del 2020 y para el periodo aproximado de 5 meses de acuerdo al desarrollo del taller de apoyo de tesis.

Sin más por el momento, agradezco la atención prestada, quedando a sus órdenes para cualquier aclaración pudiese surgir de la información aquí presentada.

Atentamente,  
  
Gustavo Alberto Jiménez Huatuco

Paje, José Sánchez Lagomarcino 1655-A 15082 Lima / Tél: 6784180 Cel: 988-362-864 /  
E-mail: sefasi.eirl@gmail.com

## Anexo 2: Control de Elementos Innecesarios

### CONTROL DE ELEMENTOS INNECESARIOS

F-03

|      |  |
|------|--|
| PLAN |  |
| ÁREA |  |
| ZONA |  |
| ES:  |  |
| FECH |  |

RESPONSABLE:

#### CLASIFICACION DE ELEMENTOS INNECESARIOS

| ITEM           | N°<br>TARJE | FECHA DE<br>IDENTIFIC | DESCRIPCION | UNID<br>AD          | CAN<br>T. | RAZONES                              | VALOR<br>APROX | UBICACIÓ<br>N | DESTINO/REUBICAR<br>/LLEVAR A | FECHA<br>PLAN | FECHA<br>REAL | RESPONSABLE |
|----------------|-------------|-----------------------|-------------|---------------------|-----------|--------------------------------------|----------------|---------------|-------------------------------|---------------|---------------|-------------|
| 1              |             |                       |             |                     |           | <i>No Necesario<br/>para el área</i> |                |               |                               |               |               |             |
| 2              |             |                       |             |                     |           |                                      |                |               |                               |               |               |             |
| 3              |             |                       |             |                     |           |                                      |                |               |                               |               |               |             |
| 4              |             |                       |             |                     |           |                                      |                |               |                               |               |               |             |
| 5              |             |                       |             |                     |           |                                      |                |               |                               |               |               |             |
| 6              |             |                       |             |                     |           |                                      |                |               |                               |               |               |             |
| 7              |             |                       |             |                     |           |                                      |                |               |                               |               |               |             |
| 8              |             |                       |             |                     |           |                                      |                |               |                               |               |               |             |
| 9              |             |                       |             |                     |           |                                      |                |               |                               |               |               |             |
| 10             |             |                       |             |                     |           |                                      |                |               |                               |               |               |             |
| 11             |             |                       |             |                     |           |                                      |                |               |                               |               |               |             |
| 12             |             |                       |             |                     |           |                                      |                |               |                               |               |               |             |
| 13             |             |                       |             |                     |           |                                      |                |               |                               |               |               |             |
| 14             |             |                       |             |                     |           |                                      |                |               |                               |               |               |             |
| 15             |             |                       |             |                     |           |                                      |                |               |                               |               |               |             |
| Realizado por: |             |                       |             | YB: Líder del área: |           | YB: Jefe del área                    |                |               |                               |               |               |             |
| Fecha:         |             |                       |             |                     |           |                                      |                |               |                               |               |               |             |





## Anexo 3: Cuadro de Elementos Necesarios

### ELEMENTOS NECESARIOS

|          |  |
|----------|--|
| PLANTA:  |  |
| ÁREA:    |  |
| ZONA SS: |  |
| FECHA:   |  |

|              |
|--------------|
| RESPONSABLE: |
|--------------|

| CLASIFICACION DE ELEMENTOS NECESARIOS |             |                      |       |      |                      |           |                  |           |
|---------------------------------------|-------------|----------------------|-------|------|----------------------|-----------|------------------|-----------|
| ITEM                                  | DESCRIPCION | UNIDAD               | CANT. |      | NECESARIO            |           | PRIORIDAD DE USO | UBICACIÓN |
|                                       |             |                      | MÍN   | MAX. | Operativo            | Reparable |                  |           |
| 1                                     |             |                      |       |      |                      |           |                  |           |
| 2                                     |             |                      |       |      |                      |           |                  |           |
| 3                                     |             |                      |       |      |                      |           |                  |           |
| 4                                     |             |                      |       |      |                      |           |                  |           |
| 5                                     |             |                      |       |      |                      |           |                  |           |
| 6                                     |             |                      |       |      |                      |           |                  |           |
| 7                                     |             |                      |       |      |                      |           |                  |           |
| 8                                     |             |                      |       |      |                      |           |                  |           |
| 9                                     |             |                      |       |      |                      |           |                  |           |
| 10                                    |             |                      |       |      |                      |           |                  |           |
| Realizado por:                        |             | V°B° Líder del área: |       |      | V°B° : Jefe del área |           |                  |           |
| Fecha:                                |             |                      |       |      |                      |           |                  |           |