



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE  
PRODUCCIÓN DE PERNOS Y ESPÁRRAGOS EN LA  
EMPRESA CORPORACIÓN INGENIERÍA METÁLICA S.R.L.”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER  
GUISELA MARLIT ARANDA CHAMORRO**

**ASESOR  
MG. ING. ROGELIO ALEXSANDER LOPEZ RODAS**

**LIMA – PERÚ, MAYO 2022**



## **DEDICATORIA**

A mis padres:

Pepe Aranda Cotrina y Olga Chamorro Borja, gracias a ellos por brindarme desde pequeña mucho amor, educación, valores y ganas de superación porque en ustedes pude ver cada esfuerzo que hacían por verme cumplir cada etapa de mi vida. Por eso, en estos párrafos les puedo decir que estoy muy orgullosa de ser vuestra hija y que tengo los mejores padres del mundo.





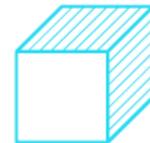
## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios, por darme la vida, salud y la oportunidad de estar frente a ustedes; y en esta oportunidad agradecer al amor de mi vida mi amado esposo Jesús Ángel Espinoza Rivas, quién me acompañó en todo este proceso y día a día me brindó su apoyo incondicional para hacer realidad mi sueño de ser Ingeniera Industrial.

Agradecer también a mis hermanas Yaqui y Yussi por darme todos los días palabras de aliento y superación.

De manera especial agradecer a mi asesor Mg. Ing. Rogelio Alexander Lopez Rodas, quien estuvo guiándome en todo el proceso de elaboración de mi trabajo de suficiencia profesional.





## INTRODUCCIÓN

Los procesos de producción en las grandes empresas son automatizados como las empresas productoras de vehículos, como las empresas que hacen los balones de fútbol. Es importante indicar que las empresas de manufactura en Estados Unidos y Europa son de respuesta rápida y sensible, así como flexible ante la demanda de productos, pero en cantidades que se miden en miles de productos. Esa realidad de manufactura va de la mano con sistemas productivos globalizados, es decir se tiene la demanda desde cualquier parte del mundo, el abastecimiento físico de la materia prima tiene un MRP diseñado para cumplir con precisión los tiempos de entrega y la evolución de la demanda probabilística. Asimismo, la cadena logística de estas producciones se hace con operaciones virtuales.

En el caso de la manufactura de pernos en el Perú aun es semi automatizado, se requiere de líneas de producción distribuidas adecuadamente, pero con mano de obra que manipule las máquinas y con el apoyo manual en el calibrado y mejora de calidad del producto para que pase a los almacenes.

Los sistemas de producción que usan las empresas de pernos y espárragos son en base a pedidos, se trabaja en forma mixta, se procesa un pedido, se termina y se inicia con otra orden; y dependen de la ficha técnica de acuerdo con el cliente y la utilización del perno.

Para el caso de la empresa Corporación Ingeniería Metálica S.R.L., se presentan oportunidades de mejora en la calibración de las máquinas, la identificación de la problemática con el diagrama causa efecto, identificó los tiempos muertos en la calibración de las máquinas. Una oportunidad de mejora de la producción que mejore la atención de los pedidos en tiempos oportunos.





## RESUMEN

El Trabajo de Suficiencia Profesional lleva por título: “Propuesta de mejora en el proceso de producción de pernos y espárragos en la empresa Corporación Ingeniería Metálica S.R.L.” que tiene como objetivo general realizar la mejora del proceso de producción de pernos y espárragos para cumplir con los requerimientos de los clientes de la empresa CIM S.R.L.

En el Capítulo I, se describe las generalidades de la empresa, que es una empresa que se dedica en la fabricación de pernos y piezas especiales para la comercialización a nivel nacional. Se describe el entorno interno y externo mediante la matriz FODA.

En el Capítulo II, se describe la realidad problemática, que va a responder a la pregunta ¿Con la planificación de la producción de pernos y espárragos de la empresa CIM S.R.L., se lograría atender los pedidos de los clientes? Asimismo, se plantean los objetivos específicos.

En el Capítulo III, se inicia con los antecedentes de la investigación, hacer una búsqueda de trabajos similares relacionados con el tema del TSP. Se realiza el diagnóstico en su proceso de producción de pernos, cuyo resultado fue que se observó con mucha frecuencia el atraso de los pedidos por cada mes.

El TSP termina con la conclusión, que con la aplicación de las herramientas asociadas de las 5'S, Poka Yoke y SMED, el tiempo para la operación en el torno tuvo un tiempo perdido de 230min, y con la aplicación de la mejora se logró reducir a 182.42min. Es decir, el TEEP encontrado fue de 52.1%, y con la mejora subió a 62.0%.

**Palabras clave:** Mejora de la producción, atraso de pedidos, pernos y espárragos.





## ABSTRACT

The professional sufficiency work is entitled "Proposal for improvement in the production process of bolts and studs in the company Corporación Ingeniería Metálica S.R.L." whose general objective is to improve the production process of bolts and studs to meet the requirements of the clients of the company CIM S.R.L.,

In Chapter I, the generalities of the company are described, which is a company that is dedicated to the manufacture of bolts and special parts for commercialization at the national level. The internal and external environment is described using the SWOT matrix.

In Chapter II, the problematic reality is described, which will answer the question: With the planning of the production of bolts and studs of the company CIM S.R.L., would it be possible to meet customer orders? Likewise, the specific objectives are set.

In Chapter III, it begins with the background of the investigation, making a search for similar works related to the topic of the TSP. The diagnosis is made in its bolt production process, the result of which was that the delay in orders was observed very frequently for each month.

The TSP ends with the conclusion that with the application of the associated tools of the 5'S, Poka Yoke and SMED, the time for the operation in the lathe had a lost time of 230min, and with the application of the improvement it was possible to reduce it to 182.42min. That is, the TEEP found was 52.1%, and with the improvement it rose to 62.0%.

**Keywords:** production improvement, order backlog, bolts, and studs.





## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>II</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>III</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>V</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS .....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>XIII</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA .....	2
1.1. PERFIL DE LA EMPRESA.....	3
1.2. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA .....	4
1.2.1. Misión .....	4
1.2.2. Visión .....	4
1.2.3. Objetivos de la organización .....	4
1.3. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	5
1.4. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA.....	8
1.4.1. Análisis de las Cinco Fuerzas de Porter .....	8





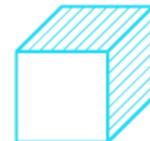
1.4.2.	Análisis de la matriz FODA .....	11
<b>CAPÍTULO II</b>	.....	<b>13</b>
<b>REALIDAD PROBLEMÁTICA</b>	.....	<b>13</b>
2.1.	DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	14
2.2.	ANÁLISIS DEL PROBLEMA .....	27
2.3.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	27
2.4.	OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	27
2.4.1.	Objetivo general.....	27
2.4.2.	Objetivos específicos .....	27
<b>CAPÍTULO III</b>	.....	<b>29</b>
<b>DESARROLLO DEL PROYECTO</b>	.....	<b>29</b>
3.1.	DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO.....	30
3.1.1.	Antecedentes de la investigación.....	30
3.1.2.	Bases teóricas .....	33
3.1.3.	Bases normativas .....	35
3.2.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	36
3.2.1.	Realizar el diagnóstico actual .....	36
3.2.2.	Plan de mejora aplicando las 5´S .....	44
3.2.3.	Planificación de las actividades .....	47
3.3.	COSTOS DEL PROYECTO.....	58
3.4.	CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	61





3.5.	CONCLUSIONES .....	62
3.6.	RECOMENDACIONES .....	63
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>64</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>64</b>
<b>CAPÍTULO V .....</b>		<b>67</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>		<b>67</b>
<b>CAPÍTULO VI .....</b>		<b>69</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>69</b>





## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Datos Generales de la Empresa.....	4
<b>Tabla 2</b>	Relación de Activos (Máquinas) para la Producción.....	15
<b>Tabla 3</b>	Posibles causas de Incumplimiento de los Pedidos.....	22
<b>Tabla 4</b>	Cumplimiento de la Demanda de Pernos .....	37
<b>Tabla 5</b>	Cumplimiento de la Demanda de Espárragos .....	37
<b>Tabla 6</b>	Días de Atraso en las Entregas .....	38
<b>Tabla 7</b>	Causas Principales .....	41
<b>Tabla 8</b>	Causas con Mayor Ponderación.....	42
<b>Tabla 9</b>	Matriz de Identificación de Causas .....	42
<b>Tabla 10</b>	Plan de Capacitación de las 5'S .....	45
<b>Tabla 11</b>	Evaluación de las 5'S.....	46
<b>Tabla 12</b>	Asignación de Equipos .....	47
<b>Tabla 13</b>	Organización del Armario de Prensa .....	47
<b>Tabla 14</b>	Ubicación de Accesorios Propuestos.....	48
<b>Tabla 15</b>	Estandarización de Actividades .....	52
<b>Tabla 16</b>	Evaluación del Cumplimiento.....	52
<b>Tabla 17</b>	Actividades para la Mejora.....	53
<b>Tabla 18 DAP</b>	Calibración en Prensa Tornillo .....	54
<b>Tabla 19</b>	Costos de la Implementación.....	58
<b>Tabla 20</b>	Beneficios de la Implementación .....	58





<b>Tabla 21</b> Beneficios de la Implementación .....	59
<b>Tabla 22</b> Beneficio Anual de la Implementación .....	59
<b>Tabla 23</b> Análisis Económico.....	60
<b>Tabla 24</b> Cronograma de Actividades del Proyecto.....	61





## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Producción de Pernos y Espárragos .....	2
<b>Figura 2</b>	Logo de Corporación Ingeniería Metálica S.R.L.....	3
<b>Figura 3</b>	Organigrama de la Empresa C.I.M. S.R.L.....	7
<b>Figura 4</b>	Matriz FODA para la Empresa C.I.M. S.R.L.....	11
<b>Figura 5</b>	Pernos y Espárragos de Alta Resistencia .....	14
<b>Figura 6</b>	Diagrama de Proceso de los Espárragos.....	17
<b>Figura 7</b>	Diagrama de Proceso de los Pernos.....	19
<b>Figura 8</b>	Flujo de Pedido de los Pernos.....	20
<b>Figura 9</b>	Máquina de Corte Sin Rotulación.....	22
<b>Figura 10</b>	Desorden en el Área de Producción.....	23
<b>Figura 11</b>	Diagrama Causa Efecto .....	25
<b>Figura 12</b>	Análisis del Diagrama de Pareto .....	26
<b>Figura 13</b>	Entrega de los Pedidos y Demoras .....	39
<b>Figura 14</b>	Diagrama de Recorrido del Producto .....	40
<b>Figura 15</b>	Pareto de las Causas Principales.....	41
<b>Figura 16</b>	Desorden en las Estaciones de Trabajo.....	43
<b>Figura 17</b>	Desorden y Descuido en el Almacén .....	44
<b>Figura 18</b>	Técnica de Aplicación del Poka Yoke .....	49
<b>Figura 19</b>	Cajón para Viruta .....	50
<b>Figura 20</b>	Rotulado de Máquinas – Torno .....	51





<b>Figura 21</b> Líneas de Pintado .....	51
<b>Figura 22</b> Estante Móvil Portaherramientas .....	55
<b>Figura 23</b> Brida para Sujeción del Equipo .....	56
<b>Figura 24</b> Implementación de Brida Mejorada.....	56
<b>Figura 25</b> Optimización de Tiempo de Calibración.....	57





## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Visita a Planta de la Autora del TSP .....	69
<b>Anexo 2</b> Área de Mecanizado de la MP .....	69
<b>Anexo 3</b> Área de Laminado de la MP .....	70





## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**





## 1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Corporación Ingeniería Metálica S.R.L., (C.I.M. S.R.L.) es una empresa que se dedica en la fabricación de pernos y piezas especiales, además se tiene una línea con una división especializada en la fabricación de estructuras metálicas livianas, pesadas y todo tipo de fabricaciones metálicas en general.

La empresa desarrolla actividades, logrando una experiencia por más de 20 años y la fecha tiene la estrategia de consolidar servicios y proyectos más importantes a nivel nacional.

**Figura 1**

*Producción de Pernos y Espárragos*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

C.I.M. S.R.L., es una empresa que está la vanguardia de la tecnología y la capacitación técnica de su personal. A la fecha cuenta con una capacidad financiera que le permite ampliar su dotación de equipos y materiales de acuerdo con los requerimientos del servicio.

La empresa cuenta con cuatro plantas con superficies de: 2,000 m<sup>2</sup>, 16,000 m<sup>2</sup>, 2,500 m<sup>2</sup> y 520 m<sup>2</sup>. Las cuales están divididos de la siguiente manera:





- Línea transformaciones en caliente (Prensas).
- Línea de Tornos. Línea CNC, línea de corte y línea de roscado.
- Línea de maestranza.
- Línea de rolado y plegado.
- Línea de hornos para pintura y tratamiento térmico.
- Línea de soldadura y planta de galvanizado en caliente. (6.2 m de largo).
- Planta para arenado / granallado y aplicación de recubrimientos.

### 1.1. PERFIL DE LA EMPRESA

Es una empresa que se dedica a la fabricación de pernos y piezas especiales:

- Pernos y tuercas de alta resistencia y uso estructural: ASTM A-325, ASTM A194-2H, ASTM A193-B7, A490, A307-B.
- Espárragos, Pernos y tuercas en acero inoxidable: A-304, 304L, 316, 316L.

**Figura 2**

*Logo de Corporación Ingeniería Metálica S.R.L*



Fuente: (Corporación Ingeniería Metálica S.R.L, 2022)





## Datos de la empresa:

**Tabla 1**

*Datos Generales de la Empresa*

Razón Social	Corporación Ingeniería Metálica S.R.L.
R.U.C.	20518698932
Dirección	Mz. I Lt 18 la intersección de Av. Ugarte y la Av. San Pedro en el distrito de Puente Piedra
Rubro	Fabricación de productos metálicos
Teléfono	01-7195496

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

## 1.2. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA

### 1.2.1. Misión

Atender a la industria nacional e internacional, en nuestras líneas de fabricación y servicio, con los más altos estándares de calidad y seguridad. Preocupándonos por mantenernos siempre a la vanguardia de la tecnología y en una constante optimización de procesos, para encontrarnos a la altura de la demanda solicitada por nuestra clientela. (Corporación Ingeniería Metálica S.R.L, 2022)

### 1.2.2. Visión

C.I.M. S.R.L., se transformará en un proveedor de soluciones integrales, liderando el sector de la fabricación y construcción con ideas innovadoras, tecnologías avanzadas y una visión apasionada. (Corporación Ingeniería Metálica S.R.L, 2022)

### 1.2.3. Objetivos de la organización

Liderar el abastecimiento en todos los proyectos, de inversión privada y pública, que se desarrollen en nuestro país.





Obtener la certificación ISO 9001, que permita a la empresa cumplir los estándares de calidad, cumplir con la demanda del mercado. (CORPORACIÓN INGENIERÍA METÁLICA S.R.L, 2022)

### 1.3. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

El proyecto se desarrolló en la empresa del Señor Ángel Cotillo Medrano Gerente General de la empresa Corporación Ingeniería Metálica S.R.L., que se encuentra ubicado Mza. I Lote 18 Urb. San Pedro – Distrito de Puente Piedra – Lima, Perú.

**Gerente General.** Es la autoridad máxima de la organización, tiene a su cargo a cuatro jefaturas bien definidas. Cumple la función de promover un clima organizacional adecuado para todo el personal. Es responsable del manejo de la rentabilidad de la empresa, seguimiento de los contratos, autorización de los presupuestos. Asimismo, tiene la responsabilidad de hacer cumplir las políticas de la empresa con relación a la seguridad y calidad de los servicios y productos.

**Jefe de producción:** responsable operativo de poner en marcha el plan de producción. Cuenta con material, equipos e infraestructura los cuales deben ser administrados eficientemente. Promueve el trabajo en equipo y lleva el control de indicadores de la producción. Tiene a su cargo más de 45 operarios y supervisores de planta. Es responsable del uso de recursos disponibles a un costo mínimo.

**Jefe de QHSE:** está a cargo del departamento QHSE (Calidad, Salud Ocupacional, Seguridad y Medio Ambiente), responsable de realizar las inspecciones durante todo el proceso productivo y dando la aceptación final del producto terminado; así mismo la responsabilidad de velar por el cumplimiento de las normas y estándares establecidos en materia de seguridad, medio ambiente y salud ocupacional. Estas actividades se evidencian en los procedimientos y registros de control.





**Jefe de Logística:** es responsable del departamento de logística con sus áreas de compras y almacenes. Lleva el estricto control y seguimiento a los proveedores. Las compras tienen una misión de ser a costos altamente competitivos y en los tiempos establecidos. Cuenta con capacidad para almacenar en un área de 2000m<sup>2</sup>, insumos, equipos y accesorios. Lleva el control de inventarios, stocks de seguridad y los indicadores de gestión evaluados mensualmente.

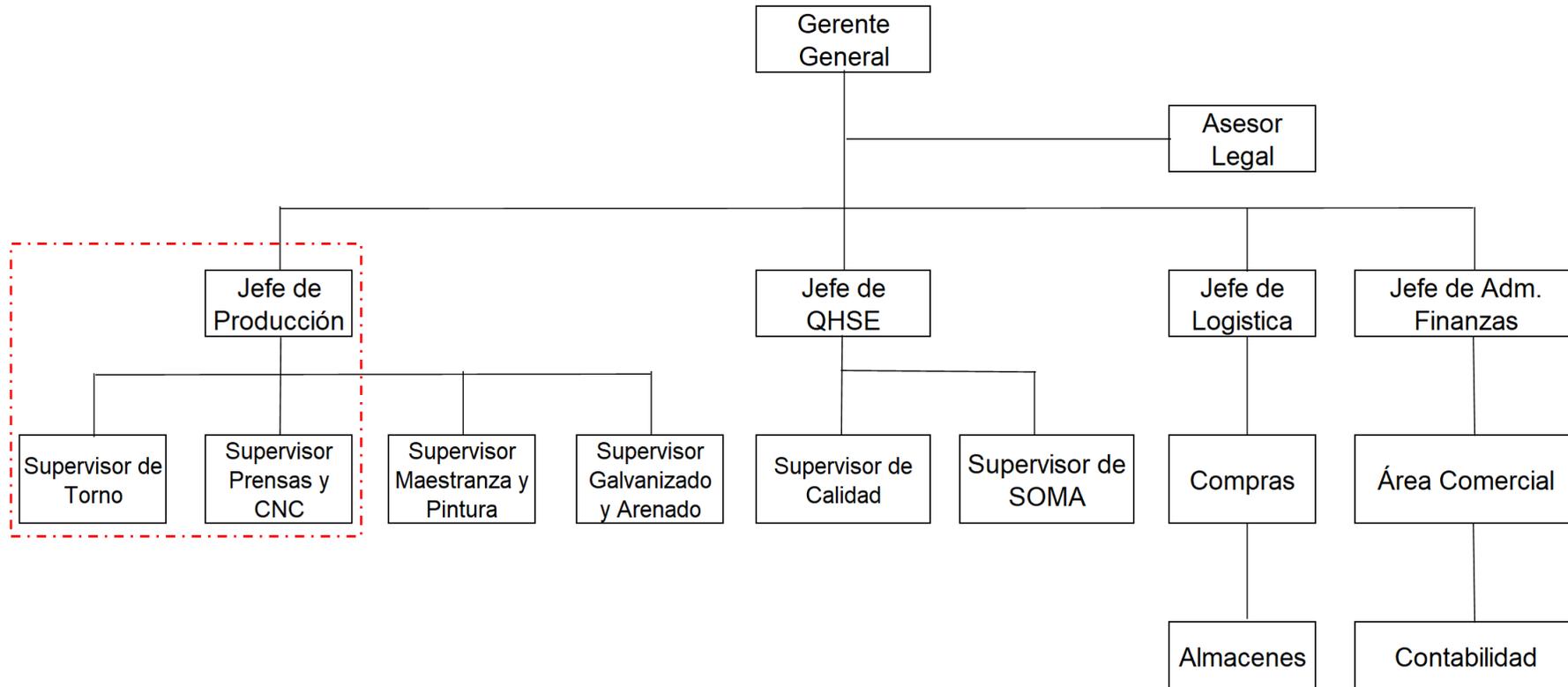
**Jefe de Adm. y Finanzas:** es responsable de la selección y reclutamiento del personal, cuenta a su cargo con los responsables de contabilidad y el área comercial. Ejecuta los pagos a proveedores y es responsable del control y seguimiento del presupuesto operativo de la empresa; el cual es revisado en reunión de gerencia cada fin de mes.





**Figura 3**

Organigrama de la Empresa C.I.M. S.R.L.



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)



## 1.4. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA

### 1.4.1. Análisis de las Cinco Fuerzas de Porter

- **Poder de negociación con los proveedores**

El sector de la fabricación de pernos requiere de recursos e insumos para poder transformar y tener como resultado el producto final, los pernos y los espárragos. La relación con los proveedores debe ser eficiente para que la empresa tenga sus requerimientos a buen precio, con la calidad esperada y abastecimiento en fábrica con el tiempo oportuno.

La empresa tiene un proveedor principal, Aceros Arequipa S.A., dado que las barras son puestas en planta cumpliendo la ficha técnica y especificaciones de calidad. La negociación con el proveedor Aceros Arequipa S.A., se tienen precios establecidos por catálogos de productos y servicios, por cada cantidad de materia prima y el abastecimiento es de acuerdo con las necesidades de producción y el pago es factura a crédito por sesenta días.

Asimismo, cuentan con proveedores de pinturas, estos proveedores son seleccionados, quedando sólo 2 principales, entre éstos TRADISA. Este proveedor oferta madera, ángulos estructurales, fierro, pinturas, y otros suministros. En este sentido TRADISA es el complemento de la Aceros Arequipa S.A. para la empresa. Asimismo, hay proveedores de servicios para los ensayos de dureza, torque, resistencia, que los realiza TECSUP y SENATI. Los precios con estos proveedores de servicio están de acuerdo con el mercado y manejan tiempos oportunos haciendo uso de la información vía online.





- **Rivalidad entre competidores**

En la zona de influencia donde la empresa desarrolla su producción existen empresas que fabrican los mismos productos. Hay cuatro empresas muy diferenciadas que son competidores directos de la empresa C.I.M S.R.L., que son La Casa del Perno Tres Regiones E.I.R.L.; Pernos Centro S.R.L., Más Acero S.R.L., y Import AGAR S.A.C.

Sin embargo, la empresa desarrolla la producción diferenciándose de la competencia, tienen precios al por mayor y negociables, con un criterio de fidelización de los clientes. Los clientes compran porque la empresa entrega el Certificado de Calidad, que la competencia no entrega, con ello se genera confianza. La empresa cuenta con una política de promociones en días festivos, con una reducción de precios en un promedio del 10%.

- **Poder de negociación de los clientes**

La empresa cuenta con una cartera de clientes, con una política de seguimiento; el prea de ventas con su personal, visitan a los clientes, en el cual, evalúan si llegó la cantidad correcta, si estuvo el certificado dentro del despacho, si el producto tiene el acabado adecuado, y si tienen pedidos adicionales. El cliente en este sentido, tienen un alto poder de negociación, dado que se le ofrece descuentos por volumen, calidad y certificación. El cliente se asegura de las compras con una política de entrega oportuna y con un pacto de penalizaciones por incumplimiento.

- **Amenaza de nuevos entrantes**

La empresa C.I.M. S.R.L., dispone de una tecnología moderna que logra producir lotes estandarizados, y pueden procesar





pedidos de alta complejidad; y que los nuevos entrantes no podrían desarrollar, puesto que se requiere de capital y mano de obra calificada. Esto haría que los nuevos entrantes demuestren alta debilidad y deficiencia en la producción y post venta.

- **Amenaza de productos sustitutos**

Los pernos y espárragos que produce la empresa, en la cadena logística, llevan la trazabilidad, y eso es una garantía de calidad del producto. A un perno de acero de 3/8" no lo puedes sustituir por un de otro material, dado que esa unidad está diseñada para cargas ya definidas en la estructura del requerimiento del cliente. En caso de que la empresa no cuente con el producto solicitado por el cliente, puede contar con productos de la competencia; pero tendría el riesgo de otra calidad y diseño. Es en este sentido que la amenaza de productos sustitutos es baja.





### 1.4.2. Análisis de la matriz FODA

**Figura 4**

*Matriz FODA para la Empresa C.I.M. S.R.L.*

<b>FACTOR INTERNO</b>  <b>FODA</b>  <b>FACTOR EXTERNO</b>	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
		F1: Experiencia en el rubro de piezas metálicas para construcción F2: Importante cartera de clientes del sector minería F3: Disponibilidad de efectivo para pagos al personal F4: Contar con proveedor Aceros Arequipa
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>ESTRATEGIAS - FO</b>	<b>ESTRATEGIAS - DO</b>
O1: Crecimiento en el sector minero y de construcción O2: Reclutar personal técnico del SENATI o TECSUP O3: Expansión al mercado internacional O4: Requerimiento de productos estandarizados	FO1: Incrementar ventas con el mercado internacional FO2: Manejo de incentivos al personal por producción FO3: Abastecimiento de Aceros Arequipa calendarizados y manejo de precios	DO1: Contratar personal especializado para la producción DO2: Implementar software de control de inventarios DO3: Tercerizar laboratorios especializados para cumplir con los estándares de los productos para el mercado
<b>AMENAZAS</b>	<b>ESTRATEGIAS - FA</b>	<b>ESTRATEGIAS - DA</b>
A1: Alta competencia con ferreterías cercanas A2: Altos costos de materia prima por el alza del dólar A3: Frecuencia de devoluciones por mala calidad A4: Escasez de materia prima por la inestabilidad económica A5: Altos costos de transporte para ir a laboratorios	FA1: Valor agregado para la oferta sobre la competencia FA2: Manejo de materias primas por lotes con el proveedor FA3: Establecer control de calidad con MO especializada	DA1: Monitorear productos de mala calidad no vayan al cliente DA2: Tercerizar ensayos en la misma planta DA3: Planificación de la producción según inventarios de MP y prioridad de entregas

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)



### **Análisis FODA de la empresa**

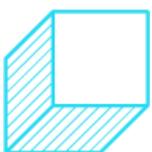
La empresa C.I.M. S.R.L., cuenta con 20 años de experiencia en el mercado, tiene capacidad de pago para su personal y proveedores, sin embargo, los pedidos son atendidos con un evidente desorden por la falta de planificación en las entregas y la gestión de inventarios.

Las estrategias que obligan a la empresa para poder existir en el mercado contemplan compromisos de la gerencia general y las jefaturas para cumplir con la demanda con una adecuada planificación de la producción. Por tanto, para incrementar las ventas se deben ampliar la cartera enfocando interés en la exportación de productos, asegurar proveedores estratégicos y mano de obra especializada, teniendo cerca a las empresas que sacan técnicos como son SENATI y TECSUP.





**CAPÍTULO II**  
**REALIDAD PROBLEMÁTICA**





## 2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La empresa C.I.M. S.R.L., produce dos tipos de productos para atender la demanda de sus clientes a nivel nacional. Son los pernos y tuercas de alta resistencia y uso estructural (ASTM A325, ASTM A194-2H, ASTM A193-B7, A490, A307-B) y espárragos para altas y bajas temperaturas (A-1 93 Gr. B7, B8, B8M y A-320 Gr. L7, L7M, B8).

**Figura 5**

*Pernos y Espárragos de Alta Resistencia*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

C.I.M. S.R.L., para la fabricación de pernos y espárragos emplea como materia prima a las varillas de acero inoxidable, en calidad de 304 y 316 redondas, cuadradas y hexagonales de 150mm. hasta 152mm. Asimismo, piezas de metal, placas de acero, rollos, láminas, barras, etc. Cuenta con maquinaria para el proceso productivo, los cuales se indican en la tabla 2.





**Tabla 2**  
*Relación de Activos (Máquinas) para la Producción*

**TORNOS**

EQUIPO	MARCA / SERIE	VALOR
TORNO PARALELO	MARCA: TURRIL TL -130	VALORIZADO EN \$ 4,500.00
TORNO PARALELO	MARCA: IMOR S- 400 II	VALORIZADO EN \$ 7,500.00
TORNO PARALELO	MARCA: KAIDA C6246ZK	SERIE: 072685 EN \$ 12,500.00
TORNO PARALELO	MARCA: TONNA 33	VALORIZADO EN \$ 6,000.00

**PRENSAS**

EQUIPO	MARCA / SERIE	VALOR
PRENSA EXCENTRICA DE 40 Tn	MARCA: NACIONAL	VALORIZADO EN \$ 4,500.00
PRENSA EXCENTRICA DE 60 Tn	MARCA: AMBROGIO GALLI	VALORIZADO EN \$ 7,500.00
PRENSA EXCENTRICA DE 100 Tn	MARCA: ESNA	VALORIZADO EN \$ 12,000.00:
PRENSA EXCENTRICA DE 120 Tn	MARCA: PELOPLAS	VALORIZADO EN \$13,500
PRENSA EXCENTRICA DE 250 Tn	MARCA: MALPI	VALORIZADO EN \$ 28,000.00

**ROSCADORA**

EQUIPO	MARCA / SERIE	VALOR
ROSCADORA , CABEZAL DE : 5/8" hasta 2"		VALOROZADA EN \$ 9,500.00
ROSCADORA , CABEZAL DE : 1/4" hasta 1.1/4"		VALORIZADA EN \$ 7,000.00
ROSCADORA , CABEZAL DE : 6 mm hasta 3/4"		VALORIZADA EN \$ 5,200.00

**CIERRAS ELECTRICAS**

EQUIPO	MARCA / SERIE	VALOR
CIERRA ELECTRICAS DE : 9"	MARCA: WARRING	VALORIZADA EN \$ 4,500.00
CIERRA ELECTRICAS DE : 10"	MARCA: WARRING	SERIE:691231 VAL. \$ 4000.00
CIERRA ELECTRICAS DE : 1"	MARCA: WARRING	VALORIZADA EN \$ 1,500.00

**LAMINADORAS**

EQUIPO	MARCA / SERIE	VALOR
LAMINADORAS		
LAMINADORA UNIVERSAL	MARCA: VICE	VALORIZADA EN \$ 24,000.00:
LAMINADORA VERTICAL	MARCA: FOUNDRY FARREL	VALORIZADA EN \$ 14,000.00

**MAQUINAS DE SOLDAR**

EQUIPO	MARCA / SERIE	VALOR
MAQ. DE SOLDAR INDUSTRIAL	MARCA: SOLANDINAS R- 500, SERIE: 177508-404	VALORIZADA EN \$ 4,500.00
MAQ. DE SOLDAR MIG INDUSTRIAL	MARCA: TUP MM - 404, SERIE: LF 154022	VALORIZADA EN \$ 4,000.00
MAQ. DE SOLDAR MIG INDUSTRIAL	MARCA: COMPACT 410, SERIE: RD 161004	VALORIZADA EN \$ 4,800.00
MAQ. DE SOLDAR INDUSTRIAL	MARCA: UTP GL - 500 , SERIE: MG 165002	VALORIZADA EN \$ 4,800.00

**TALADROS**

EQUIPO	MARCA / SERIE	VALOR
TALADROS DE COLUMNA	MARCA: ASEVER SERIE: 2846	VALORIZADO EN \$ 3,200.00
TALADROS DE COLUMNA	MARCA: ALTEA	VALORIZADO EN \$ 2,800.00

**OTRAS MAQUINAS**

EQUIPO	MARCA / SERIE	VALOR
MAQUINA FORJADORA		VALORIZADA EN \$ 5,000.00
UN HORNO ELECTRICO		VALORIZADA EN \$ 2,000.00

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)





### Proceso productivo del espárrago

Los Espárragos son empleados para alta presión y temperatura, especialmente en plantas petroquímicas, refinación, etc. tienen alta resistencia al impacto a bajas temperaturas. Para fabricar los espárragos se inicia tomando una varilla de acero negro de 6m y a la vez realizan una inspección de control de calidad:

- a. **Cortar en 2 pedazos.** Dos secciones de 3m c/u. Tiempo: 0.25 minutos.
- b. **Proceso de roscado:** Se realiza en una maquina roscadora que tiene cuchillas tipo tangencial, y se realiza de acuerdo con los hilos que requiera el cliente. A la vez se realiza una inspección de control de calidad. Tiempo: 0.75 minutos.
- c. **Corte a la medida que requiera el cliente en este caso lo solicita a  $\frac{3}{4} \times 5"$ .** Se realiza en la maquina cortadora llamada sierra cinta que posee sierras tipo cintas, bimetálicas espaciales para este corte. A la vez se realiza una inspección de control de calidad. Tiempo: 1.20 minutos.
- d. **Proceso de Biselado:** Se procede a biselar las puntas; biselar significa eliminar los filos cortantes producidos por efecto del corte. El biselado se realiza en un torno, con cuchillas tipo cuadradas, son importadas. Tiempo: 0.90 minutos.
- e. **Insertar las 2 tuercas uno en cada lado:** De esta manera se tiene el espárrago totalmente terminado. Cabe mencionar que las tuercas son compradas. Tiempo: 0.40 minutos. Embalaje de producto terminado.
- f. **Embalaje:** Proceso que se realizan en cajas por kg. Tiempo: 1.00 minutos.
- g. **Almacenamiento:** El producto terminado ingresa al almacén para programar la entrega o distribución al cliente.

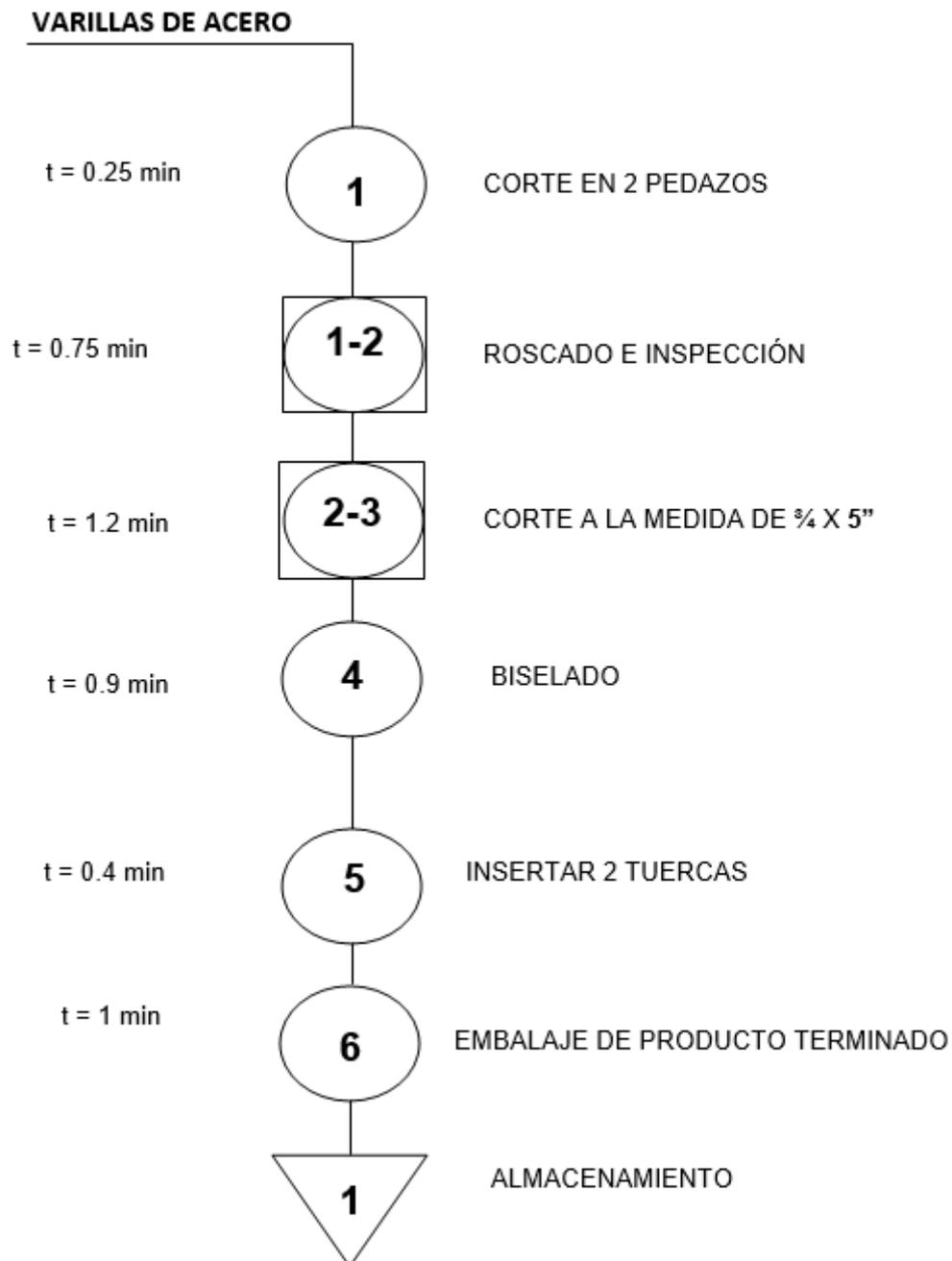




## Diagrama de operaciones (DOP) Espárrago

**Figura 6**

*Diagrama de Proceso de los Espárragos*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)





### **Proceso productivo del perno**

Para fabricar los pernos se inicia tomando una barra redonda lisa de acero negro y a la vez se realizan una inspección de control de calidad.

- a. **Cortar** a medida que el cliente lo requiere en este caso lo solicita a  $\frac{3}{4}$  x 5" y a la vez se realiza una inspección de control de calidad. Tiempo: 0.30 minutos.
- b. **Proceso de forjado**. Se realiza en una prensa, en este proceso se forma la cabeza del perno. Tiempo: 1.40 minutos.
- c. **Proceso de roscado**. Se realiza en una maquina roscadora que tiene cuchillas tipo tangencial, y se realiza de acuerdo con los hilos que requiera el cliente. A la vez se realiza una inspección de control de calidad. Tiempo: 1.2 minutos.
- d. **Proceso de Biselado**. Se procede a biselar las puntas; biselar significa eliminar los filos cortantes producidos por efecto del corte. El biselado se realiza en un torno, con cuchillas tipo cuadradas, son importadas. Tiempo: 0.80 minutos.
- e. **Insertar las tuercas**. De esta manera se tiene el perno totalmente terminado. Cabe mencionar que las tuercas son compradas. Tiempo: 0.30 minutos.
- f. **Embalaje de producto terminado**. Tiempo: 1.20 minutos.
- g. **Almacenamiento**. El producto terminado ingresa al almacén para programar la entrega o distribución al cliente.

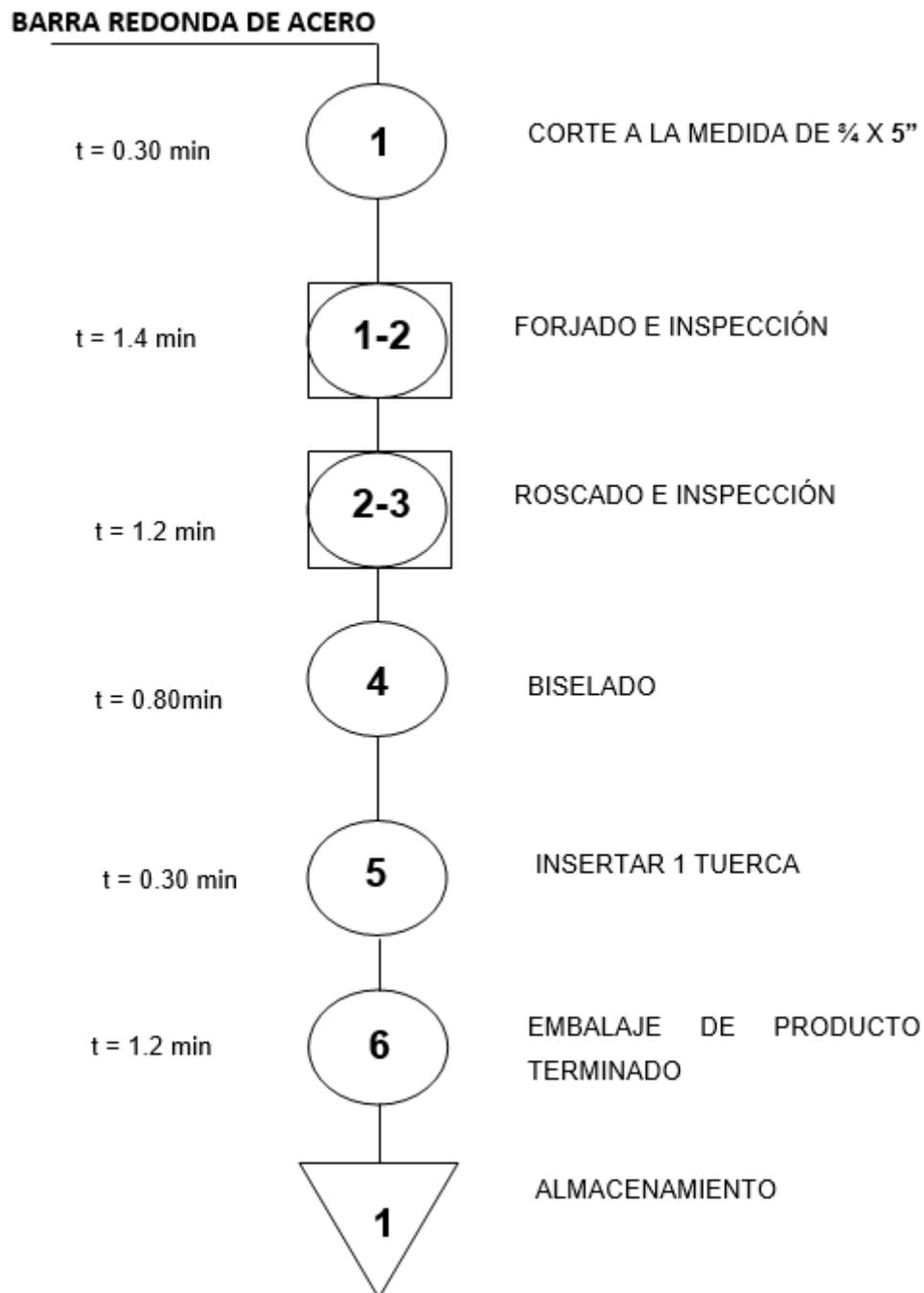




## Diagrama de operaciones (DOP) Pernos

**Figura 7**

*Diagrama de Proceso de los Pernos*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

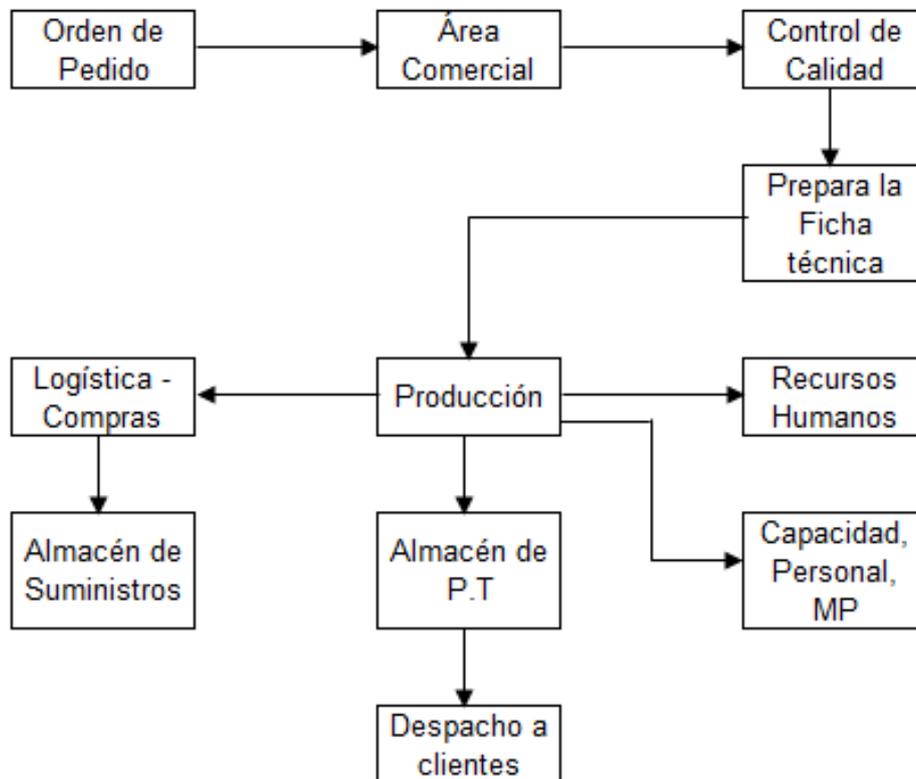




Toda organización para obtener un producto o servicio que satisfaga la demanda de los clientes, debe hacer una planificación para producirla. La planificación de la producción consiste en determinar la demanda, cómo fluctúa en el mercado y qué tipo de producto es lo que más demandan en un periodo determinado.

**Figura 8**

*Flujo de Pedido de los Pernos*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

En la figura 6 se muestra el flujo de producción para los pernos y espárragos. El proceso de producción se inicia con la orden de pedido que recibe del cliente. Lo receptiona el área Comercial y lo envía a Control de Calidad para la preparación de la ficha técnica. La ficha técnica es emitida al área de producción para que coordine con las áreas de apoyo. Con logística, conocer el estado de los inventarios y disponibilidad de las materias primas y otros suministros; con recursos humanos para coordinar los requerimientos de mano de obra calificada e indumentaria para la producción. Finalmente se ordena la





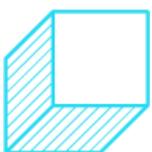
producción con los recursos disponibles. El producto terminado va al almacén de producto terminado y se programan las entregas a los clientes; estas actividades están a cargo del área de producción.

La producción requiere del apoyo de otras áreas para ello se deben trabajar de manera interrelacionadas. Producción debe coordinar con logística, recursos humanos, control de calidad y con mantenimiento. Para ello se debe planificar:

- Determinar el nivel de materia prima, suministros, equipos y mano de obra para la producción.
- Se debe conocer la capacidad de planta para la producción, y evaluar si es capaz de cumplir con la demanda, o trabajar con empresas que pueden producir en calidad de terceros, o conseguir mayor tecnología para cumplir con la producción.
- Seleccionar a los proveedores como socios estratégicos para cumplir con el abastecimiento de los materiales y servicios que sean necesarios para la producción.
- Establecer la cantidad de mano de obra en turnos para la producción.

La empresa en la actualidad ha presentado una problemática relacionada con la planificación de la producción:

- No se han cumplido con las entregas de los pedidos de los clientes. Algunos pedidos han sido reprogramados por falta de materiales o por cambiar el orden de llegada de los pedidos, dando prioridad a un cliente y dejando de lado a otros clientes. (Ver tabla 3)
- Atrasos en la producción por parada de máquinas o por no encontrar en stock el repuesto para el mantenimiento correctivo.
- La distribución de las máquinas no son las adecuadas. Por lo que hay mucho recorrido y tiempos innecesarios para cumplir con el proceso de la producción del perno y de los espárragos.





- Demoras en la entrega de las especificaciones en el área de control de calidad para la producción. Cada lote de producción debe tener la trazabilidad con su respectiva ficha técnica.

**Tabla 3**

*Posibles causas de Incumplimiento de los Pedidos*

ítem	Demora en las entregas de los pedidos por:	Frecuencia	%
1	Error en la compra de la materia prima	65	25.0%
2	Cambio de prioridad en la orden de producción	48	18.5%
3	Producción indica a qué cliente atender	40	15.4%
4	Demoras en la programación de entregas	36	13.8%
5	Errores en la sección de empaque	28	10.8%
6	Demora en calibración máquina	25	9.6%
7	Tiempo excesivo para preparar la ficha técnica	18	6.9%
	Total	260	100.0%

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

**Figura 9**

*Máquina de Corte Sin Rotulación*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)





En la figura 7, se evidencia que no se ha colocado la cartilla de instrucciones y método de arranque de la máquina de corte. Lo que generaría una inadecuada manipulación por otros operarios.

**Figura 10**

*Desorden en el Área de Producción*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

En la figura 8, se observa la zona de trabajo de soldadura, en el cual se muestran varillas y placas perforadas que son materia prima; éstas deberían estar ordenadas y sobre una mesa de trabajo. Asimismo, se observa el desorden y la acumulación de desperdicios.

### **Lluvia de ideas para la identificación del problema**

- Recorridos innecesarios para pasar de un proceso a otro.
- Las máquinas no se encuentran en línea continua.
- Demoras en las actividades de empaque de las cajas que contienen los lotes de pernos y espárragos.





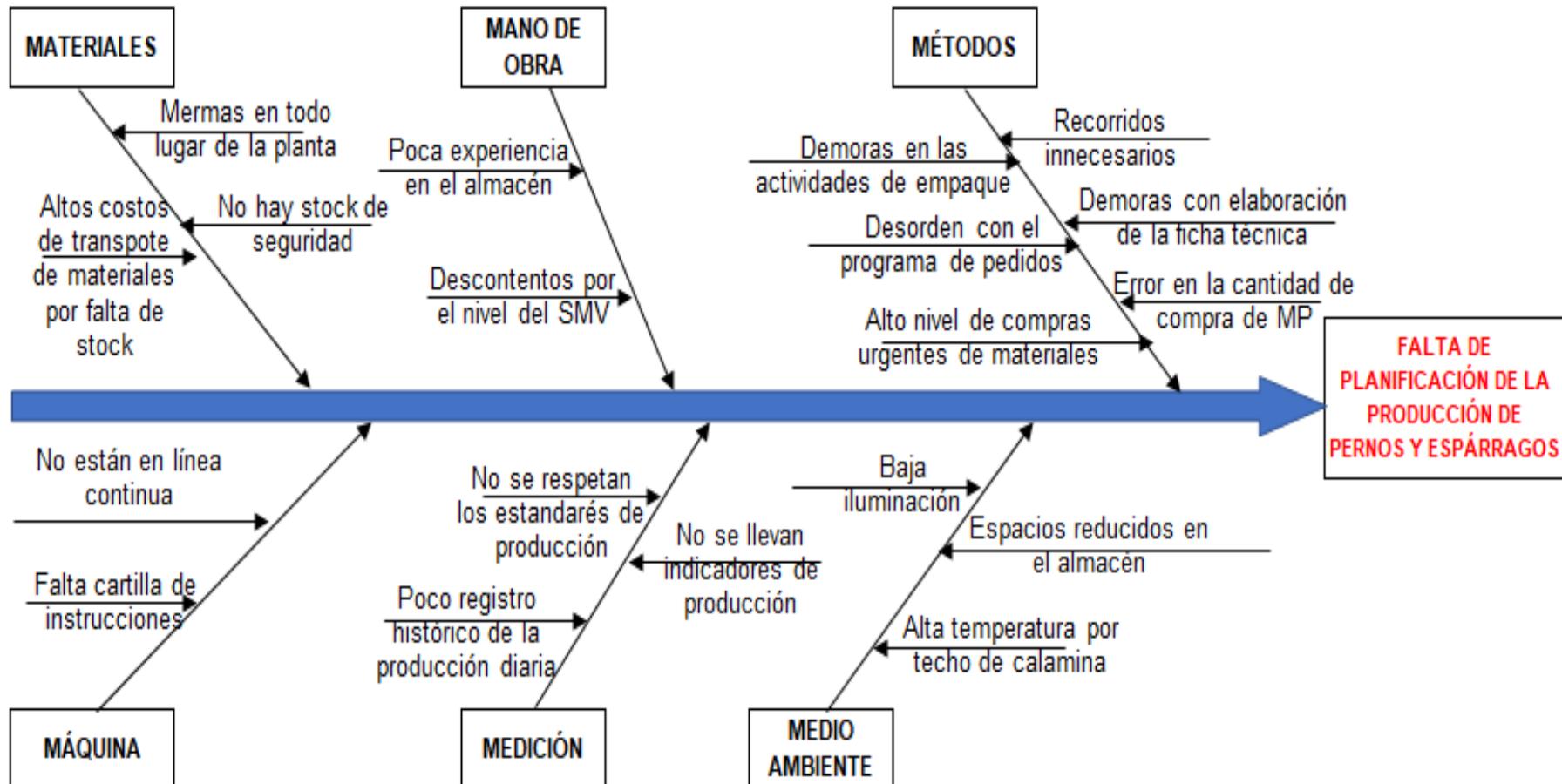
- Hay confusión con las etiquetas identificadoras de las cajas.
- Existen personal con poca experiencia en el área de almacenes.
- Desorden con el programa de atención de pedidos, no se cumple el orden de llegada.
- Aprovisionamiento de proveedores con costos altos de transporte.
- Demora en la preparación de la ficha técnica.
- No hay stock de seguridad de accesorios y/o repuestos en el almacén para el mantenimiento de las máquinas.
- Compras en calidad de urgencia para atender a mantenimiento.
- Error en la compra de la cantidad de materia prima, faltantes.
- Lotes de mermas ubicadas a un costado de las máquinas.
- Iluminaria para recambio de bombillas.
- Bajo nivel de supervisión a los operadores de máquinas.
- Máquinas que requieren mucho tiempo para darle arranque.
- Falta de cartilla de instrucciones y métodos de arranque de máquina.
- No cumplen con el mantenimiento al terminar la jornada.
- Espacios reducidos de almacenamiento de materiales.

En la figura 9, se visualiza el diagrama causa efecto que identifica al problema principal que es la falta de planificación para la producción de pernos y espárragos. La falta de una planificación se ha manifestado con el incumplimiento de los pedidos de todos los clientes.





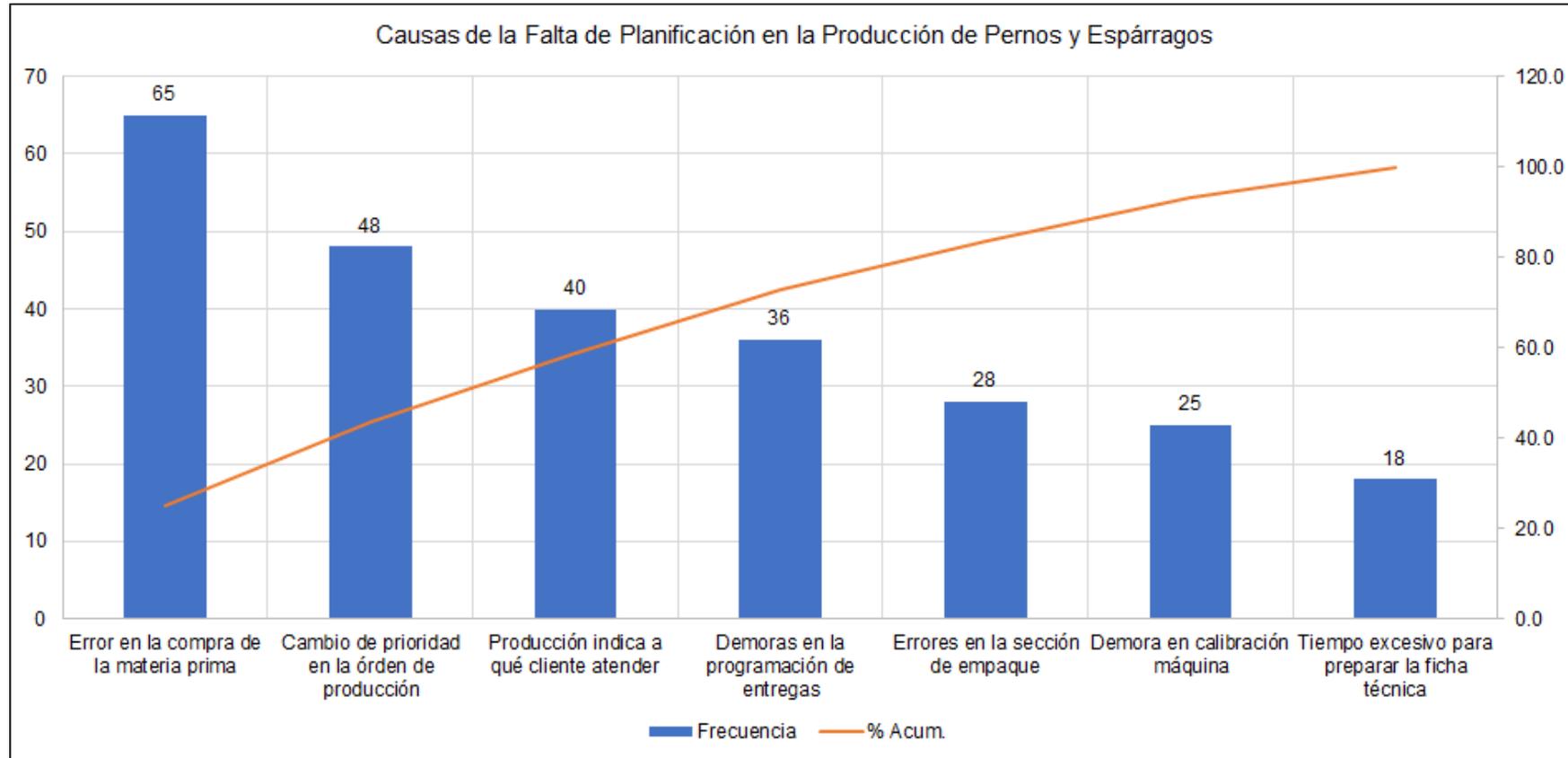
**Figura 11**  
Diagrama Causa Efecto



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)



**Figura 12**  
Análisis del Diagrama de Pareto



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)



## 2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

La planificación de la producción consiste en establecer claramente un plan de trabajo que va a depender de la cantidad de lote de pedido de los clientes, o de las ventas esperadas por la empresa. Por lo que la planificación de la empresa CIM S.R.L, debe tener en cuenta:

- Materiales que son necesarios para la producción y el lead time que el proveedor establece para el abastecimiento.
- Cantidad de personal para la producción, estableciendo turnos de trabajo y horas normales y extras.
- Capacidad de producción de las máquinas disponibles y planificar la necesidad de incrementar ese activo.
- Considerar un plan de mantenimiento.

¿Con la planificación de la producción de pernos y espárragos de la empresa CIM S.R.L., se lograría atender los pedidos de los clientes?

## 2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con la mejora de la planificación de la producción de pernos y espárragos de la empresa CIM S.R.L., se cumplirían con los pedidos de los clientes.

## 2.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

### 2.4.1. Objetivo general

Realizar la mejora del proceso de producción de pernos y espárragos para cumplir con los requerimientos de los clientes de la empresa CIM S.R.L.

### 2.4.2. Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico actual de la planificación de la empresa para la producción de pernos y espárragos.





- Plantear la mejora del proceso de producción de pernos y espárragos de la empresa.
- Determinar el costo de la implementación de la mejora y la recuperación de la inversión.
- Determinar los beneficios de la planificación de la producción en la empresa.





**CAPÍTULO III**  
**DESARROLLO DEL PROYECTO**





### 3.1. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO

#### 3.1.1. Antecedentes de la investigación

##### Antecedente internacional

De acuerdo con la tesis de (Alcántara Cruz, 2017), para obtener el grado e ingeniero industrial, titulada “Planificación y Control de la producción de una empresa maquiladora de ropa casual femenina”, describe:

La problemática del excesivo consumo de materia prima y faltantes en las compras; asimismo, por la subutilización de la capacidad instalada de las máquinas de corte y perfilado, con personal poco motivado para realizar las operaciones. Con el uso de las herramientas de las 5'S logró desarrollar la mejora continua y evitar el desperdicio de las materias primas y otros suministros, organizar el área productiva por zonas de trabajo distribuidos en línea continua. Con la aplicación de la planificación de la producción bajo el sistema de órdenes de producción por pedido, se logró planificar las compras de las materias primas, utilizar mejor la capacidad de planta y el trabajo de la mano de obra por turnos y tiempos programados para cumplir los pedidos. La productividad mejoró en un 35% y se organizó las líneas de producción con maquinaria utilizada en tiempos de acuerdo con la capacidad.

Tal como refiere el texto citado, la problemática se manifiesta en las compras excesivas de materias primas, los cuales establecerían pérdidas por caducidad o mermas innecesarias; asimismo, indica que se producen compras con cantidades faltantes; y una mano de obra desmotivada, el cual se orientaría a una inadecuada gestión de la producción. La medida remedio para esta problemática es considerar





herramientas de la planificación y control de la producción, que lograría una mejora en la productividad similar o superior al encontrado en el texto citado. Esta tesis servirá para el proyecto, dado que aplicaría herramientas similares para la planificación de la producción.

Según la tesis (Ibáñez Niklitscheck, 2016) para la obtención del título de ingeniero industrial, que lleva por título “Diseño de propuestas de mejora para el área de producción en la empresa Puerto de Humos S.A.”, se describe lo siguiente:

En base a la necesidad de encontrar nuevas mejoras en el área de producción dentro de la empresa Puerto de Humos S.A. se estableció como objetivo general para este proyecto de título desarrollar una propuesta de mejora para el área de producción, mediante la utilización de las técnicas de mejora Continua, las 5's y manufactura esbelta, para aumentar la productividad, disminuir el desperdicio, tener un lugar de trabajo más limpio y aumentar la satisfacción laboral. Por último, se diseñó una propuesta de mejora, mediante la definición de actividades, procedimientos y acciones de administración, ejecución, y evaluación, la cual permita estandarizar el proceso, disminuir tiempo de producción, minimizar los desperdicios y tener un mayor control del proceso de ahumado en la empresa Puerto de Humos S.A.

Con lo indicado en el texto citado, la metodología de las 5'S es una herramienta de mejora continua, que contribuiría a resolver el problema del desorden generado en la planta de producción de los pernos y espárragos; cuyos resultados lograrían una mejora en la productividad y minimizar los desperdicios.





### **Antecedentes nacionales**

Según la tesis de (Torres Gallardo, 2014) para obtener el título de ingeniero industrial, titulada “Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmecánica”, indica lo siguiente:

Analizar la situación actual de la empresa y proponer la implementación de las herramientas de manufactura que le permitan mejorar la calidad de sus productos. Al aplicar las herramientas de producción y planificación, llega a la conclusión que la productividad de la empresa se logra incrementar, tanto en mano de obra como en el uso de los recursos. Esto se logra con la mejor disposición de las máquinas, un personal entrenado y motivado diariamente para realizar las actividades en condiciones de seguridad y salud ocupacional adecuados. Finalmente, se logró comprobar la interdependencia de las herramientas tales como la producción intermitente, fabricar por lotes y considerando la demanda y las 5'S con fuentes de solución a la problemática.

Lo indicado en el texto citado, la implementación de las herramientas de planificación, se lograría mejorar los indicadores de productividad, eficiencia y eficacia de los resultados. Por lo que, en el TSP se van a considerar las 5'S para la mejora continua en el área de producción.

En la tesis (Vera Cubas, 2018) titulada “Propuesta de un sistema de planificación y control de la producción para la empresa fabrication Technology Company S.A.C., para mejorar el nivel de servicio”, nos indica:

Qué el problema identificado fue que no se cuenta en la empresa con las herramientas de planificación de la producción, la producción hace un uso del 78% de la





capacidad instalada, por lo que no se cumplía con la demanda de los clientes. Se concluye que la implementación de la propuesta de mejora de la planificación de la producción logró incrementar el nivel de servicio de la empresa en un 21.43%, logrando satisfacer la demanda. El costo beneficio del proceso logró alcanzar un indicador del 2.93 y las utilidades se incrementaron en un 27.8%.

En consecuencia, es de vital importancia, usar la planificación de la producción de pernos y espárragos para atender la demanda y evitar la brecha de la demanda insatisfecha, mejorando los indicadores de productividad y costos operativos.

### **Antecedentes locales**

En la tesis de (Pérez Cruz, 2020) que lleva por título “Propuesta de mejora para aumentar la productividad en la producción de pernos en la empresa Industrias Casa del Tornillo S.A.C., 2018”, se describe lo siguiente:

La tesis tiene como objetivo principal elaborar una propuesta de mejora para elevar la productividad en la producción de pernos. Se desarrolló el diagrama de operaciones de proceso con la finalidad de identificar el cuello de botella. Hace el uso de la herramienta diagrama causa efecto e identifica al problema principal y finalmente aplicó la metodología de las 5'S; llegando a la conclusión que la productividad de la empresa mejoró con el uso de las herramientas de planificación. La mejora representó un aumento en la productividad del 8.60%; asimismo, se redujeron los costos por tercerización de la máquina cortadora.

### **3.1.2. Bases teóricas**

**Proceso.** Se entiende como proceso a un conjunto constituido por el flujo de materiales, flujo de información y flujo de energía. El flujo de





material hace referencia al flujo de la materia prima que ingresa a planta para su procesamiento; al flujo de energía a la capacidad para poder transformar la materia prima y la capacidad para poder mover la maquinaria, equipos y herramientas para la transformación; y el flujo de información, se refiere a los reportes, indicadores, y capacidad tecnológica.

**Las 5'S.** Es una técnica muy importante que va a permitir la mejora continua en toda empresa; es decir, es el soporte para el proceso de mejora continua; siendo el principal objetivo el cambio de mentalidad del factor humano orientados a mejorar la capacidad y administración de sus actividades.

**SMED.** Es una herramienta desarrollada por Shigeo Shingo (1950) para dar respuesta a los lotes de producción en tamaños óptimos, orientados al cumplimiento de la demanda. La característica principal es que permite hacer un cambio rápido y eficiente en el proceso productivo de un producto a otro; es aquí la parte importante o clave para reducir el tamaño de los lotes de producción y mejorar el flujo productivo.

**Sistema de producción push.** Es aquel sistema de producción que consiste en el lanzamiento de la orden de producción sin considerar la demanda real del producto. Este sistema genera un sobre stock y otros problemas que se relación con los tiempos de demora en la fabricación y con el abastecimiento de los suministros.

**Sistema de producción pull.** Este sistema tiene el avance del flujo productivo que está controlado por el cliente y no por la jefatura de planificación; esto quiere decir que el lanzamiento de la orden de producción se hace en función de un pedido.

**Sistema de producción intermitente.** Es un sistema de producción que se alimenta de órdenes de producción por lotes. En un periodo se ordena la producción de un lote "A", termina y se inicia la producción





de un lote “B”, la característica contempla que estos lotes de producción obedecen a una demanda no muy grande en un escenario donde se fabrican varios productos y la alta flexibilidad.

**Diagrama de análisis de proceso.** Es una herramienta que nos permite analizar la secuencia de actividades, paso a paso, que constituyen un proceso de producción. Estas actividades tienen una representación gráfica y que cada actividad se categoriza como operación, transporte, control de calidad, demora y almacenamientos.

**Diagrama de flujo.** Es la representación gráfica de las actividades que se generan en un proceso productivo, parcial o completo; lo que nos permite entender la interrelación de cada uno de los elementos del proceso productivo de manera detallada.

**Productividad.** Es un indicador que mide el resultado parcial o global de un proceso productivo; mide la relación que existe entre los recursos de entrada con los resultados obtenidos. Se caracteriza por tener dos componentes, la eficiencia y la eficacia.

**Planificación.** Es un conjunto de decisiones estructurales que definen toda actividad productiva en un periodo corto, mediano o largo plazo. Logra determinar a qué demanda se va a atender, cuáles son los productos que van a comprender y atender esa demanda, que materias primas, suministros o equipos van a ser necesarios para su producción, la localización y distribución de planta y finalmente el recurso humano que va a participar en toda la cadena productiva.

### 3.1.3. Bases normativas

Las bases normativas que comprenden el desarrollo de la investigación son:

- Cumplimiento con la normativa de la SUNAFIL (Decreto Supremo N°044-2020-PCM), entidad que inspecciona a la empresa para verificar si el personal está registrado





adecuadamente en la organización, si se cuenta con los seguros SCTR y si trabajan en condiciones favorables.

- NTC 1, ensayo de doblamiento para productos metálicos.
- NTC 2, siderurgia, ensayo de tracción para materiales metálicos.
- NTC 852 – 2, elementos de fijación, requisitos mecánicos y de materiales.
- NTC 858 – 1, para la fabricación de espárragos de acero, deberán tener un recubrimiento para evitar la corrosión.

### 3.2. DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.2.1. Realizar el diagnóstico actual

Tiempo de producción del espárrago:

$$T_{cicio} = \frac{420 \frac{\text{min}}{\text{día}}}{350 \frac{\text{unid}}{\text{día}}} = 1.2 \frac{\text{min}}{\text{unid}}$$

Tiempo de producción del perno:

$$T_{cicio} = \frac{420 \frac{\text{min}}{\text{día}}}{300 \frac{\text{unid}}{\text{día}}} = 1.4 \frac{\text{min}}{\text{unid}}$$

Cumplimiento en las entregas de pedido a clientes:





**Tabla 4**

*Cumplimiento de la Demanda de Pernos*

Mes	Demanda Real (unid)	Demanda atendida (unid)	% Cumplimiento
1	8150	8110	99.5%
2	7325	7300	99.7%
3	8350	8250	98.8%
4	7150	7005	98.0%
5	8300	8105	97.7%
6	8350	8236	98.6%
7	8250	8036	97.4%
8	7750	7689	99.2%
9	7375	7305	99.1%
10	7850	7625	97.1%
11	8650	8146	94.2%
12	8075	7978	98.8%

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

**Tabla 5**

*Cumplimiento de la Demanda de Espárragos*

Mes	Demanda Real (unid)	Demanda atendida (unid)	% Cumplimiento
1	7525	7236	96.2%
2	6400	6150	96.1%
3	7000	6890	98.4%
4	7750	7650	98.7%
5	6650	6450	97.0%
6	7300	7116	97.5%
7	6480	6345	97.9%
8	6425	6125	95.3%
9	7575	7163	94.6%
10	7175	6896	96.1%
11	6600	6103	92.5%
12	6450	6200	96.1%

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

En las tablas 4 y 5 se observa el nivel de cumplimiento de los pedidos en base a doce meses de producción. Las diferencias de los pedidos no entregados en la fecha se realizan con un atraso promedio de 1 a 4





días. Esto nos indica que el cliente recibe el pedido completo hasta con cuatro días de atraso.

En la tabla 6, se observa la frecuencia de atraso de los pedidos por cada mes. En cada mes se han identificado la frecuencia de atraso de la entrega de los pedidos de hasta cuatro días.

En el mes 1, se han registrado 91 pedidos entre los dos productos, pernos y espárragos, que suman un total de 15,675 unidades. De los 91 pedidos se observan que once pedidos han tenido un atraso en la entrega de un día; nueve pedidos tuvieron dos días de atraso, seis pedidos con tres días de atraso y finalmente dos pedidos se entregaron con cuatro días de atraso.

En el año de estudio, 2021, se atendieron 1437 pedidos, de los cuales sólo 1075 pedidos (78.4%) fueron atendidos a tiempo.

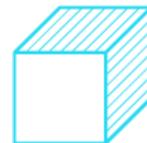
**Tabla 6**

*Días de Atraso en las Entregas*

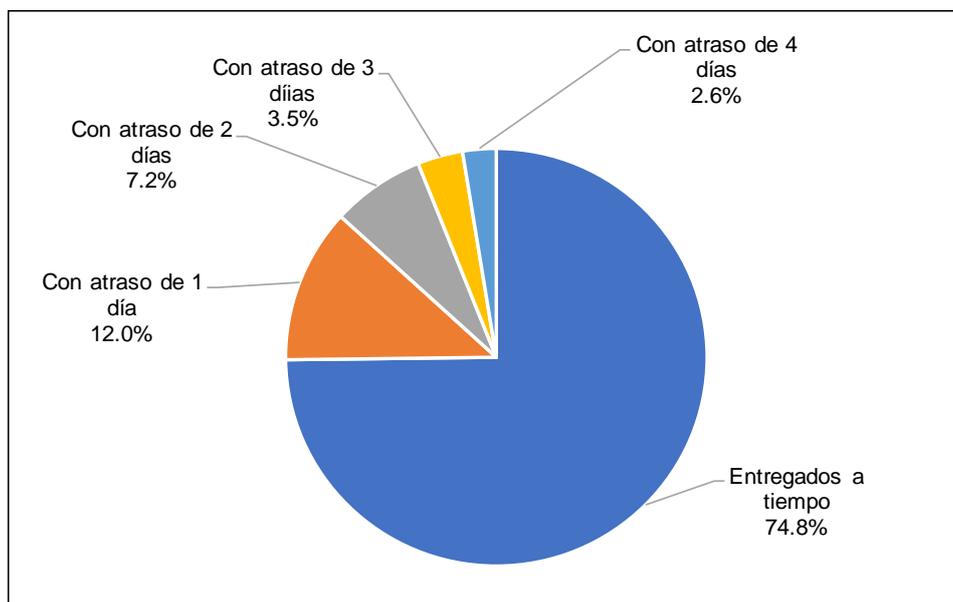
Mes	Núm. Pedidos	Núm. De días de atraso en la entrega			
		1 día	2 días	3 días	4 días
1	91	11	9	6	2
2	144	16	8	5	3
3	90	14	6	4	4
4	141	25	7	3	2
5	125	10	9	5	3
6	109	9	8	6	4
7	128	15	5	3	2
8	105	10	9	3	3
9	128	9	8	3	5
10	133	17	6	4	4
11	143	21	12	3	3
12	100	15	16	5	2
<b>Total</b>	<b>1437</b>	<b>172</b>	<b>103</b>	<b>50</b>	<b>37</b>
% días atrasados		12.0%	7.2%	3.5%	2.6%

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)





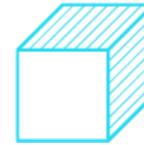
**Figura 13**  
*Entrega de los Pedidos y Demoras*



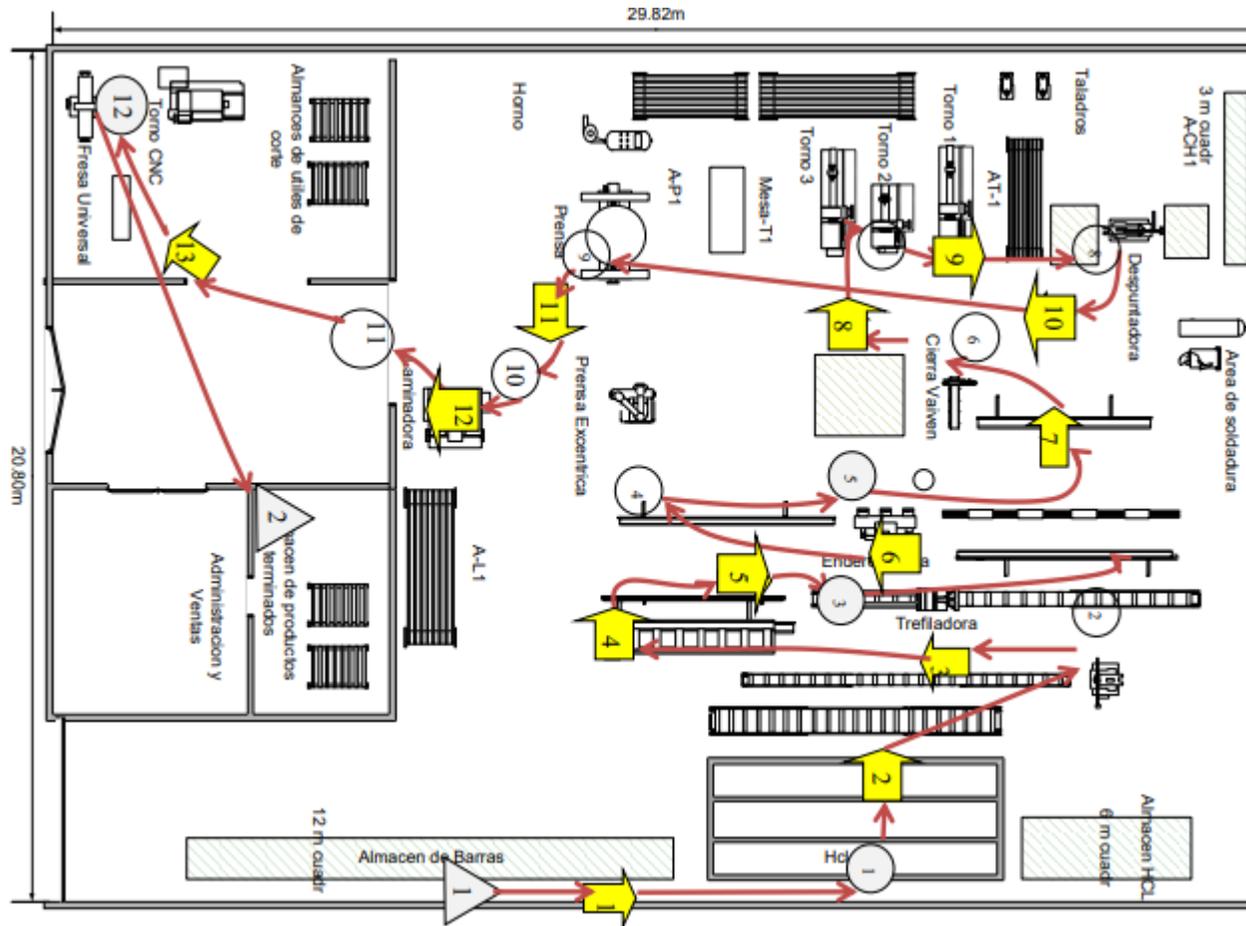
Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

En la figura 11, se observa que en un año se han atendido a tiempo, sólo el 74.8% de los pedidos, y el 25.2% han demorar entre uno a cuatro días.





**Figura 14**  
*Diagrama de Recorrido del Producto*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)



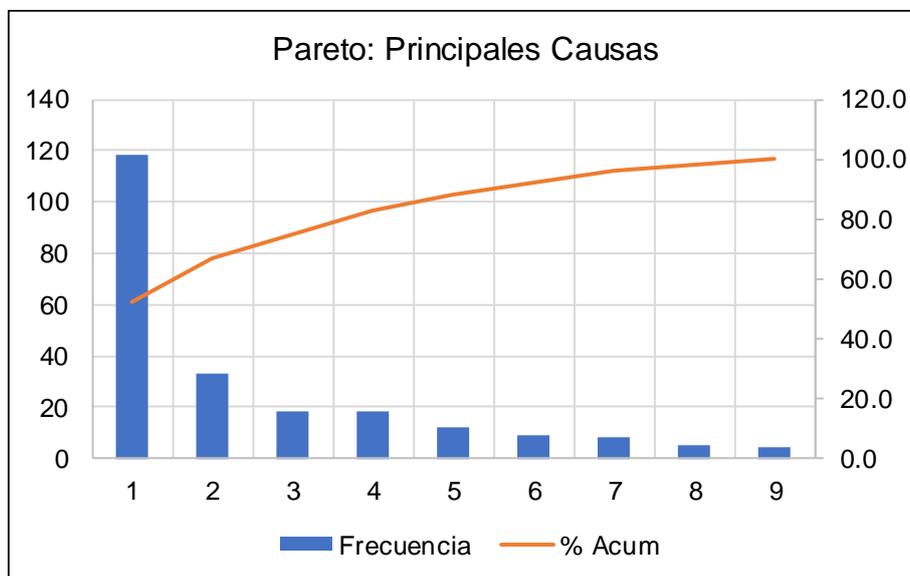
## Identificación de las causas principales

**Tabla 7**  
*Causas Principales*

ítem	Causas	Frecuencia	% Acum
1	Demora en calibración de máquinas	118	52.4
2	No hay stock de útiles para la producción	33	67.1
3	Parada de máq. Por mtto. Correctivo	18	75.1
4	Mala asignación de actividades	18	83.1
5	Tolerancia fuera del rango	12	88.4
6	Ruptura de stock de materiales	9	92.4
7	Ausentismo del personal	8	96.0
8	Alta rotación	5	98.2
9	Materia prima fuera de especific.	4	100.0
<b>Total</b>		<b>225</b>	

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

**Figura 15**  
*Pareto de las Causas Principales*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

En la figura 13: Se observa en el gráfico de Pareto que las causas con mayor ponderación y que representan el 80% de las frecuencias son:





**Tabla 8**

*Causas con Mayor Ponderación*

ítem	Causas	Frecuencia	% Acum
1	Demora en calibración de máquinas	118	52.4
2	No hay stock de útiles para la producción	33	67.1
3	Parada de máq. por mtto. Correctivo	18	75.1

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

En la tabla 8 se tienen la identificación de las causas con mayor puntaje para el problema del tiempo de producción mayor a lo planificado.

**Tabla 9**

*Matriz de Identificación de Causas*

<b>Problema Principal:</b>										
Tiempo de Producción mayor a lo planificado										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	TOTAL
<b>Método</b>										
Área comercial propone fecha de entrega	4	4	2	1	2	1	1	4	3	22
Falta programación de producción	3	2	2	3	3	1	3	3	3	23
Falta coordinación entre secciones	1	3	4	3	3	2	3	2	3	24
No se organizan las secciones de trabajo	4	4	4	4	4	4	4	3	4	<b>35</b>
<b>Material</b>										
Hay ruptura de inventarios	3	4	2	2	1	1	2	1	1	17
<b>Medio Ambiente</b>										
Inadecuada ubicación de las zonas de trabajo	1	1	1	1	2	1	2	3	1	13
<b>Máquina</b>										
Tiempo prolongado por paradas	3	3	4	3	2	3	2	3	3	26
Falta de plan de mtto.	3	2	1	3	3	1	3	4	3	23
Demora en la calibración	3	4	4	3	4	4	4	4	4	<b>34</b>
Demoras en la ubicación de herramientas	4	4	3	4	3	3	2	3	4	30
Desorden en herramientas de máq.	4	4	4	2	4	1	4	3	2	28
<b>Mano de Obra</b>										
Rotación de personal	3	2	1	2	1	1	2	3	3	18
No hay plan de capacitación	2	3	2	2	1	2	3	2	2	19

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

De la tabla 9, las causas representativas son dos: la falta de organización en las secciones de trabajo y la demora en la calibración de las máquinas.





**Figura 16**

*Desorden en las Estaciones de Trabajo*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

De los resultados obtenidos se van a trabajar con las dos causas de mayor ponderación:

- a. Tiempos altos (demoras) en la calibración de las máquinas:
  - Se presentan demoras en la búsqueda de accesorios y útiles para la calibración de las máquinas.
  - Hay exceso de tiempos innecesarios, para el acondicionamiento, limpieza y mantenimiento de las máquinas.
- b. Poca actividad de mantenimiento y calibración de herramientas y accesorios para la producción:
  - Se implementarán lugares específicos y rotulados para cada accesorio o herramienta empleados en la calibración.
  - Se plantearán soluciones para el manejo eficiente, ubicación rápida de las herramientas y accesorios que permiten las actividades de maquinado.





### c. Indicadores:

Para lograr la eficiencia de las operaciones en las estaciones de trabajo y entregar la producción en el tiempo planificado son:

- Tiempo de ubicación de los accesorios o herramientas para la calibración y cambio de producto (formato).
- Tiempo para la limpieza de los accesorios y herramientas.
- Nivel de productividad de las máquinas.

**Figura 17**

*Desorden y Descuido en el Almacén*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

### 3.2.2. Plan de mejora aplicando las 5'S

Considerando que la problemática se presenta en los tiempos altos de calibración de las máquinas, las consecuencias son:

- La producción de los lotes de pernos no se cumpla con los tiempos planificados. El objetivo es minimizar las causas que origina este problema.
- Se pretende dar solución aplicando las herramientas de SMED y el sistema Poka Yoke

#### a. Sensibilización y capacitación en la metodología 5'S





En la tabla 10, se tiene la propuesta del plan de capacitaciones para la metodología de las 5'S, por un espacio de tres horas. las capacitaciones internas son de vital importancia para dar a conocer al trabajador y transmitir la metodología con el objetivo que se cree una cultura de calidad y de buenas prácticas de manufactura. Asimismo, que los trabajadores tengan la mentalidad que la limpieza y el orden son parte importante en todos los procesos productivos.

**Tabla 10**  
*Plan de Capacitación de las 5'S*

<b>Tema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Orientaciones</b>
Definición de la metodología de las 5'S	Conocer los principios y aplicaciones	15	Proyección de videos de casos de éxito en diferentes empresas
Seiri: Clasificación	Conocer los beneficios	30	Explicación para el nombramiento del lider del equipo, colocación de tarjetas, formatos de control, uso de criterios del proceso de selección
Seiton: Orden y organización	Conocer los beneficios	30	Establer los criterios para el orden y organización, inventario de equipos
Seiso: Limpieza	Conocer los beneficios	30	Establer los criterios para el orden y organización, programar limpieza profunda
Seiketsu: Estandarización	Conocer los beneficios	30	Implementar procedimientos para el control de cambios, formatos y responsabilidades
Shitsuke: Disciplina	Conocer los beneficios	30	Establecer indicadores, diseño e implementación

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

## **b. Evaluación de las 5's en la planta de producción**

Luego de la capacitación, se va a establecer el punto de partida de la metodología de las 5'S, primero evaluando la situación actual. Algunas actividades se realizan con algún criterio de limpieza y organización, lo cual no implica que tengan implementado las 5'S, sólo se hacen por actividades inherentes al proceso productivo. En la tabla 11, se indica el puntaje alcanzado de la evaluación de las 5'S. Corresponde una





calificación de 20 puntos, que se encuentra en el límite del criterio “muy bajo”.

**Tabla 11**  
*Evaluación de las 5'S*

Las 5'S	Calificación en la Planta	Puntaje máx	%
Clasificar	6	20	30%
Organización	4	20	20%
Limpieza	6	20	30%
Estandarización	2	20	10%
Disciplina	2	20	10%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

Puntaje de Implementación de las 5'S		
Muy Baja	0 - 20	
Baja	20 - 40	
Regular	40 - 60	
Buena	60 - 80	
My Buena	80 - 100	

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

Los resultados indican, la puntuación más baja se da en los pilares de la estandarización y la disciplina. Se infiere que en el área de producción no se cuenta con documentos ni procedimientos lo que indica que no tienen criterio en el orden de una mejora continua y se observa que la disciplina en la planta de producción es ajena completamente. Asimismo, no hay orden puesto que no se identifica un lugar adecuado para las herramientas las mismas que deben estar rotuladas para su fácil acceso. La limpieza se hace de manera superficial.

### c. Asignación de personal

Se considera un área piloto para la implementación de las 5'S. los operarios de las máquinas están asignados a dos áreas, el





área piloto y el área de producción. Tal como se indica en la tabla 12, el líder es el operador de la máquina trefiladora.

**Tabla 12**  
*Asignación de Equipos*

<b>Asignación de equipos</b>	<b>Área</b>
Personal asignado a equipos	Piloto
Operados del torno 1	Piloto
Operador de la máq. Forjadora	Piloto
Operador del torno 2	Piloto
Operador auxiliar	Producción
Operador de biselado	Producción
Operador auxiliar	Producción
Operador de la laminadora	Producción
Operador auxiliar	Producción
<b>Operador de la trefiladora</b>	<b>Producción</b>
Operador auxiliar	Producción
Operador de fresadora y CNC	Producción

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

### 3.2.3. Planificación de las actividades

#### SEIRI – Clasificación:

Las áreas seleccionadas como piloto son las áreas de torno y forjado, dado que se manifiestan mayor cantidad de actividades; por lo que hay evidencia del desorden y suciedad y además que no existe método de trabajo y se aplica una disciplina deficiente.

**Tabla 13**  
*Organización del Armario de Prensa*

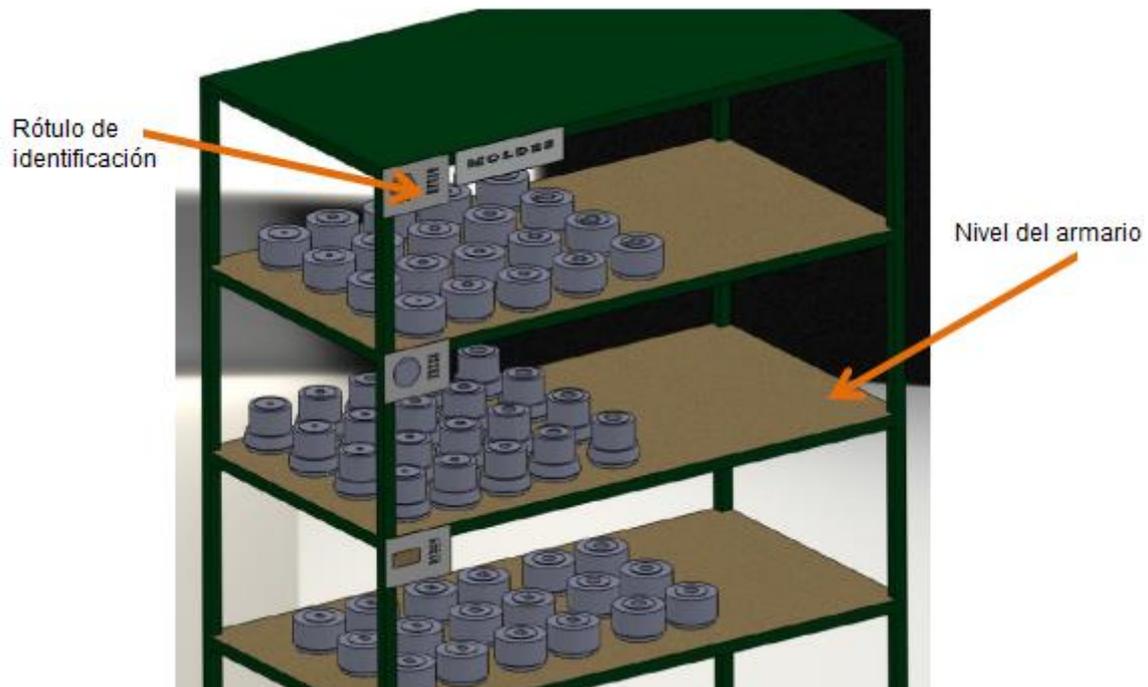
<b>Tipo</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Medidas</b>
Cabeza Hexagonal y Hexagona Embas	1° Nivel (mm) 2° Nivel (plg)	8, 10, 13, 17, 19, 22, 24, 27, 30, 32, 36, 41, 46, 50, 55. 1/4, 5/16, 3/8, 1/2, 5/8, 1, 1-1/4, 1-1/2
Cabeza Cuadrada	2° Nivel (mm)	8, 10, 13, 17, 19, 22, 24, 27, 30, 32, 36, 41, 46, 50, 55.
Cabeza Rectangular	3° Nivel (mm)	10 x 20, 12 x 20, 15 x 25
Cabeza Redonda	3° Nivel (mm)	19, 22, 24, 27, 30, 32, 36, 41, 46, 50, 55.

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)





**Tabla 14**  
*Ubicación de Accesorios Propuestos*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

En la tabla 14: Se observa que los accesorios se encuentran en niveles del armario ordenados con un rótulo en cada nivel para la identificación correspondiente y fácil ubicación y desarrollar las actividades minimizando los tiempos en la calibración de las máquinas.

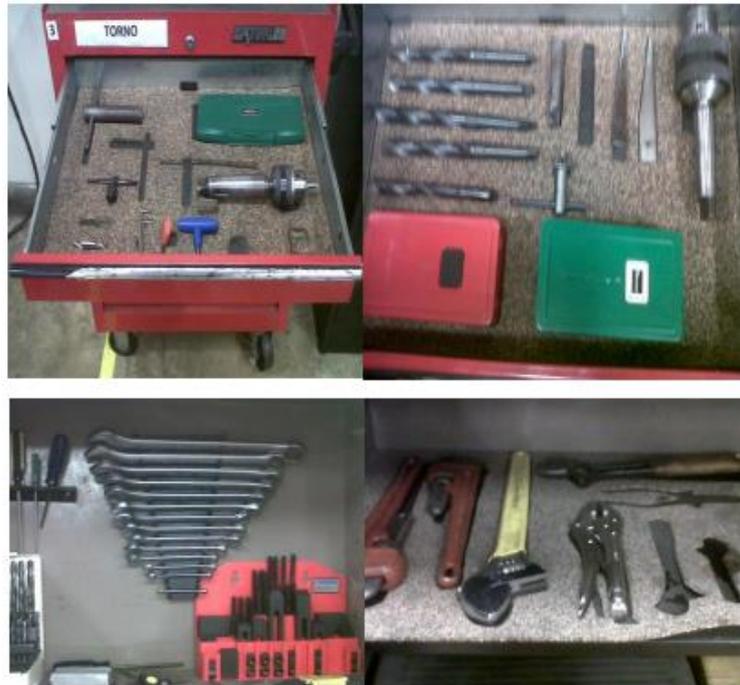
Con la técnica Poka Yoke, (en la primera S), es importante, puesto que asegura y garantiza que los accesorios y herramientas no se confundan y se seleccionen rápidamente para evitar procesos repetitivos y pérdida de tiempo.

Las herramientas y accesorios serán codificados a fin de ingresar en el sistema de inventarios. Asimismo, las herramientas de corte son clasificadas de acuerdo con el tamaño, la demanda por la frecuencia de uso, es decir, debe estar literalmente disponible a la vista. El modelo de presentación se observa en la figura 16.





**Figura 18**  
*Técnica de Aplicación del Poka Yoke*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

Se ha implementado un cajón para llenar las limaduras, las virutas o residuos metálicos del proceso de corte, estableciendo una altura adecuada de llenado para destinarlo a la zona de chatarra.





**Figura 19**  
*Cajón para Viruta*

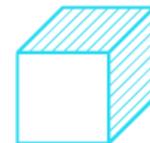


Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

### **Rotulados y pintado de la zona de la máquina**

Se implementa una política de rotulación y pintado en todas las secciones de trabajo. La máquina debe estar rotulada con el nombre y la ubicación, esto sirve también para el inventario. Las líneas de señalización identifican la posición de la máquina y separan adecuadamente de los estantes portaherramientas.





**Figura 20**

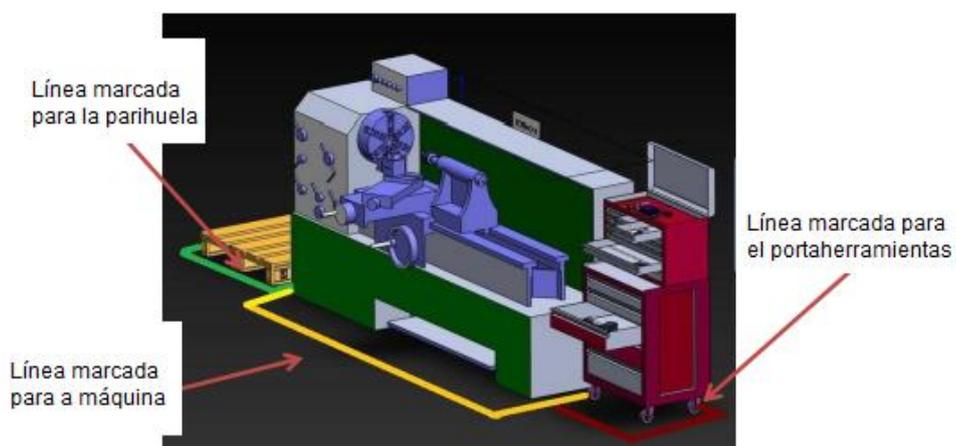
Rotulado de Máquinas – Torno



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

**Figura 21**

Líneas de Pintado



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

**Estandarización.** Se aplica a cada una de las áreas asignadas como piloto y producción, a fin de hacer costumbre la implementación de las 5'S.





Las inspecciones propuestas se deben cumplir como indica en la tabla 15, respetando el procedimiento en tiempo, hora de inicio y la frecuencia.

**Tabla 15**  
*Estandarización de Actividades*

Actividades	Tiempo (min)	Hora inicio	Frecuencia
Implementar la aplicación de Red Card	6	4:50PM	Díario
Inspección de ubicación de herramientas y accesorios	3	4:57PM	Díario
Inspección de ubicación de parihuelas, estantes, y accesorios	3	4:57PM	Díario
Revisar la disposición de máquinas	10	medio día	Mes
Inspección de la limpieza por áreas	30	4:30PM	Semanal
Proponer indicadores de nuevas ubicaciones de las herramientas y accesorios	10	medio día	Semanal

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

### Evaluación del cumplimiento

Los resultados medibles se muestran en la tabla 16, para cada sección de trabajo y el tiempo mejorado en minutos para la ubicación y limpieza de herramientas y accesorios.

**Tabla 16**  
*Evaluación del Cumplimiento*

Sección de Trabajo	Tiempo de ubicación de Herramientas			Tiempo de limpieza de herramientas		
	Actual	Propuesto	Mejora	Actual	Propuesto	Mejora
Máquina torno 1	2.10	1.50	0.60	3.00	2.10	0.90
Máquina torno 2	2.10	1.50	0.60	3.00	2.10	0.90
Máquina forjadora	3.00	1.17	1.83	2.67	1.00	1.67
Mejora de los tiempos (min)			<b>3.03</b>			<b>3.47</b>

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)





## Herramienta SMED

Se empleará la herramienta SMED asociado con las 5'S y el Poka Yoke, con la finalidad de minimizar los tiempos de calibración de las máquinas. En la tabla se muestran todas las máquinas y se identifica a la máquina que necesita mejorar el tiempo de calibración. La selección del área de mejora se da en la prensa de tornillo dado que se encuentra ubicada en la zona de piloto.

**Tabla 17**  
*Actividades para la Mejora*

Actividad de calibración para la mejora	Tiempo Calibración (min)	Calibración promedio por día	Calibración /día	Selección para su mejora
Despuntado	6	1	6	
Trefilado	17	2	34	
Enderezado	21	1	21	
Cortado	14	4	56	
Tornos	20	3	60	
Laminado	16	3	48	
Horneado	12	3	36	
Prensa de tornillo	42	3	126	X
Torneado en CNC	112	1	112	

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

## Diagrama de Actividades del Proceso - DAP

El DAP que se muestra en la tabla 18, está elaborado sin que el operario tenga el conocimiento de la herramienta SMED y está hecho con la finalidad de mejorar con nuevos procedimientos y mejorar los métodos de trabajo para hacerlo eficiente.





**Tabla 18 DAP**  
Calibración en Prensa Tornillo

DIAGRAMA DE PROCESO							
EMPRESA	OPERACIÓN				ESTUDIO	HOJA	
FAPERSA	MOLDEADO DE PERNOS						
DEPARTAMENTO	OPERARIO	FORJA 1			ANALISTA	FECHA	
	MAQUINA	Prensa Tornillo					
N°	DESCRIPCION DEL PROCESO	DIST (M)	TIEMPO (MIN)	SIMBOLOS			
				●	→	■	D
1	Desconecta equipo		0.084	x			
2	Se dirige a mesa de herramientas	1.5	0.037		x		
3	Busca herramienta		0.499				x
4	Se dirige a prensa	1.5	0.064		x		
5	Quita pernos y bridas de sujecion de base		1.284		x		
6	Lleva pernos y bridas en la mesa de trabajo	1.5	0.333		x		
7	Se dirige a prensa	1.5	0.042		x		
8	Desmonta base		0.256		x		
9	Transporta base usado a mesa de trabajo	1.5	0.120		x		
10	Se dirige a prensa	1.5	0.050		x		
11	Quita pernos y bridas de sujecion de molde		0.532		x		
12	Lleva pernos a la mesa de trabajo	1.5	0.043		x		
13	Se dirige a Prensa	1.5	0.042		x		
14	desmonta molde		0.249		x		
15	lleva molde a mesa de trabajo	1.5	0.043		x		
16	Se translada a armario de moldes	2	0.076		x		
17	Busqueda de molde de cambio		0.339				x
18	Llevar el molde de cambio a la mesa de trabajo	2	0.059		x		
19	limpieza e inspeccion del molde de cambio		1.922		x		
20	Se translada a armario de base	2	0.071		x		
21	Ubicación de base		0.398				x
22	Transalado de base a mesa de trabajo	2	0.043		x		
23	limpieza e Inspeccion de base de modelo		1.400		x		
24	Llevar molde a prensa	1.5	0.050		x		
25	Colocacion de molde en la prensa		1.014		x		
26	Pre-Ajuste de molde en la prensa		4.870		x		
27	Llevar base a prensa	1.5	0.083		x		
28	Colocacion de base en la prensa		0.117		x		
29	Pre-Ajuste de la base con los pernos y bridas		5.066		x		
30	Conexión de equipo		0.151		x		
31	Calibracion de Carrera		13.541		x		
32	Ajuste final de molde		1.974		x		
33	Ajuste final de Base		1.060		x		
34	Se dirige a la mesa	1.5	0.067		x		
35	Coge molde		0.033		x		
36	se dirige a rack de moldes	2	0.084		x		
37	ubica el molde en el espacio dejado por el otro		0.092				x
38	se dirige a mesa	2	0.074		x		
39	Coge base		0.043		x		
40	se dirige a rack de bases	2	0.091		x		
41	Ubica el base en el espacio dejado por el otro		0.116				x
TOTAL		32	36.508	16	19	3	3

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)





## Perfeccionar las tareas internas

- a. **Propuesta de mejora.** Como en las actividades de cambio de base y cambio de molde es necesario mayor tiempo de operación, se analizará las causas para la propuesta de mejora.
- **Excluir el tiempo de transporte de moldes, bases y herramientas.** El tiempo actual es de 21min, que implica los cambios de formato y se elimina, dado que no agrega valor al proceso. La mejora consiste en asignar estantes móviles que contienen accesorios, herramientas y útiles, identificados convenientemente para realizar la operación.

**Figura 22**

*Estante Móvil Portaherramientas*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

- Minimizar el tiempo de ajuste de base. La base está sujeta por cuatro pernos largos y utilizan arandelas y bujes para calibrar la altura. La propuesta consiste en eliminar ese tiempo usando un mecanismo que gradúe la altura de una forma rápida y eficiente, como en la figura 22.





**Figura 23**

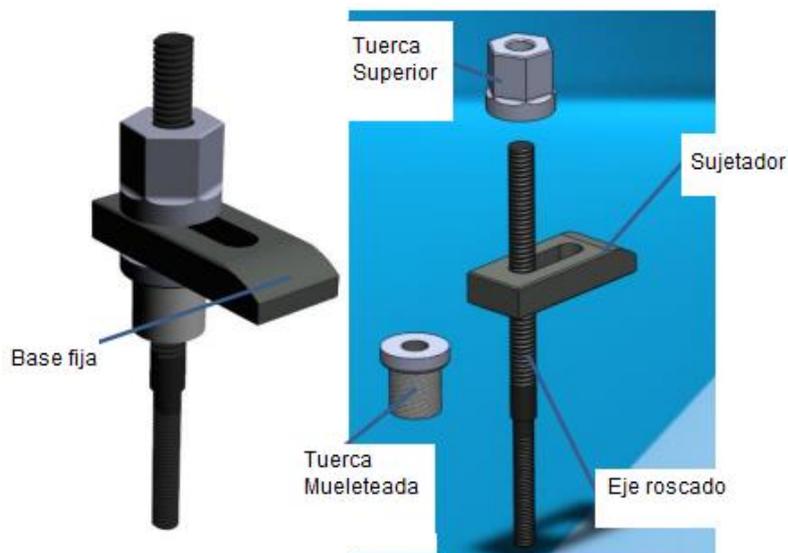
*Brida para Sujeción del Equipo*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

**Figura 24**

*Implementación de Brida Mejorada*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

## Resultados

Con la propuesta de mejora se tiene la figura 23, en el cual los tiempos de calibración han sido optimizados; el tiempo de reducción logrado es de 13.72min.





**Figura 25**  
*Optimización de Tiempo de Calibración*

N°	OPERACIÓN	TIEMPO (min)	ACCION A TOMAR	TIEMPO REDUCIDO	TIEMPO FINAL (min)
1	Desconecta equipo	0.084	Ninguna	0.000	0.084
2	Quita pernos y bridas de sujeción de base	1.284	Brida diseñada	0.667	0.617
3	Desmonta base	0.256	Ninguna	0.000	0.256
4	Transporta base usado a mesa de trabajo	0.120	Carrito Portaherramientas	0.117	0.003
5	Quita pernos y bridas de sujeción de molde	0.532	Cambio de mecanismo de sujeción	0.167	0.365
6	desmonta molde	0.249	Ninguna	0.000	0.249
7	Transporta molde a mesa de trabajo	0.043	Carrito Portaherramientas	0.042	0.001
8	Llevar molde a prensa	0.050	Carrito Portaherramientas	0.033	0.016
9	Colocación de molde en la prensa	1.014	Carrito Portaherramientas	0.833	0.181
10	Pre-Ajuste de molde en la prensa	4.870	Orden 5's	1.500	3.370
11	Llevar base a prensa	0.083	Carrito Portaherramientas	0.083	0.000
12	Colocación de base en la prensa	0.117	Ninguna	0.000	0.117
13	Pre-Ajuste de la base con los pernos y bridas	5.066	Brida diseñada y Regleta nivel	3.000	2.066
14	Conexión de equipo	0.151	Ninguna	0.000	0.151
15	Calibración de Carrera	13.541	Regleta nivel y 5's	8.167	5.374
16	Ajuste final de molde	1.974	Ninguna	1.500	0.474
17	Ajuste final de Base	1.060	Brida diseñada y Regleta nivel	0.667	0.393
	<b>Tiempo</b>	<b>30.491</b>	<b>Tiempo después del SMED</b>		<b>13.717</b>

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

### Cálculo del TEEP

- Turno = 8 horas por día
- Tiempo disponible 480 min
- Tiempo perdido = 230 min

$$TEEP = \frac{480 - 230}{480} = 52.1\%$$

Con el uso de la herramienta SMED se tiene un tiempo perdido que incluye las dos calibraciones por día disminuye a 182.42 min.

$$TEEP = \frac{480 - 182.42}{480} = 62.0\%$$





### 3.3. COSTOS DEL PROYECTO

El costo del proyecto considera sólo al personal involucrado en la implementación, la capacitación propuesta y los útiles, y accesorios para la implementación. En la tabla 19, se tiene un valorizado del costo igual a 6560.36 soles.

**Tabla 19**  
*Costos de la Implementación*

<b>Detalle del costo</b>	<b>Monto</b>
Personal para la implementación	S/ 1,844.50
Por Capacitación	S/ 1,447.11
Útiles y accesorios para la implementación	S/ 3,268.75
<b>Total</b>	<b>S/ 6,560.36</b>

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

### Análisis de los Beneficios

En la tabla 20 se indica el beneficio luego de la aplicación de la mejora que consiste en 0.26 soles en HH.

**Tabla 20**  
*Beneficios de la Implementación*

<b>Sección de Trabajo</b>	<b>Tiempo de ubicación de Herramientas</b>			<b>Sol x hora</b>	<b>Sol</b>
	<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>	<b>Mejora</b>		
Máquina torno 1	2.10	1.50	0.60	5.21	0.05
Máquina torno 2	2.10	1.50	0.60	5.21	0.05
Máquina forjadora	3.00	1.17	1.83	5.21	0.16
Mejora del proceso (sol)					<b>0.26</b>

Fuente elaboración propia (Aranda Chamorro, 2022)





En la tabla 21, la implementación del SMED arroja un beneficio de 0.31 sol.

**Tabla 21**  
*Beneficios de la Implementación*

<b>Tiempo de limpieza de herramientas</b>					
<b>Sección de Trabajo</b>	<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>	<b>Mejora</b>	<b>Sol x hora</b>	<b>Sol</b>
Máquina torno 1	3.00	2.10	0.90	5.21	0.08
Máquina torno 2	3.00	2.10	0.90	5.21	0.08
Máquina forjadora	2.67	1.00	1.67	5.21	0.15
Mejora del proceso (sol)					<b>0.31</b>

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

**Resumen de los Beneficios.** Los beneficios anuales de la implementación son equivalentes a 5648.62 soles anuales. La tabla 22 muestra los detalles:

**Tabla 22**  
*Beneficio Anual de la Implementación*

Beneficio anual 5'S y Poka Yoke

Ubicación de accesorios	S/	0.26
Limpieza de accesorios	S/	0.30
Total	S/	0.56
Total x año	S/	582.40

Anual del SMED

Resultados	Propuesta
Tiempo (min) antes de la Implementación	36.51
Tiempo (min) después de la implementación	13.72
Tiempo mejorado	S/ 22.79
Productividad Sol/hora	S/ 9.74
Total x año	S/ 5,066.22
<b>TOTAL BENEFICIOS</b>	<b>S/ 5,648.62</b>

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)





## Análisis económico

En la tabla 23 se muestra el flujo de caja económico para el proyecto con vida útil de tres años.

El Valor Actual Neto, con una tasa de descuento del 12%, es igual a 4560.42 soles. Y la TIR estimada es de 49.49%, este valor supera el costo de oportunidad, por lo que se concluye que el proyecto es rentable.

**Tabla 23**  
*Análisis Económico*

	<b>0</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>
Inversión	-S/ 6,560.36			
Ingresos		S/ 5,648.62	S/ 5,648.62	S/ 5,648.62
Gastos de Auditoría		S/ 1,000.00	S/ 1,020.00	S/ 1,040.00
Flujo de Caja	-S/ 6,560.36	S/ 4,648.62	S/ 4,628.62	S/ 4,608.62

VAN =	S/ 4,560.42
TIR =	49.49%
B/C	<b>1.70</b>

Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

La relación beneficio costo, B/C, es de 1.70; lo que indica que por cada unidad monetaria invertida (costo) tendrá un beneficio de 1.70. unidades monetarias.

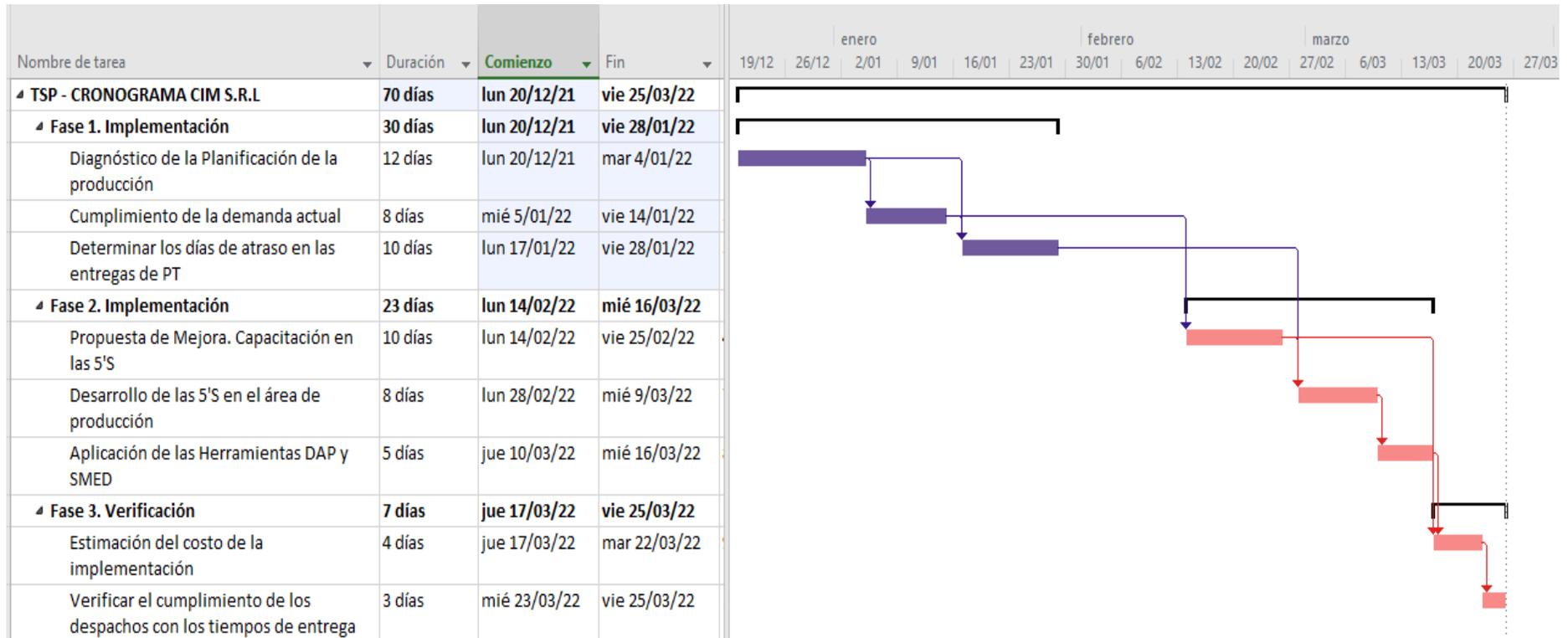




### 3.4. CRONOGRAMA DEL PROYECTO

**Tabla 24**

*Cronograma de Actividades del Proyecto*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)



### 3.5. CONCLUSIONES

- Se hizo el diagnóstico del proceso de producción de pernos y espárragos en la empresa, y con la aplicación del diagrama causa efecto y Pareto, se identificaron las tres causas más importantes.
- Con el análisis Pareto, se logró identificar que se presentan demoras en la búsqueda de accesorios y útiles para la calibración de las máquinas y el exceso de tiempos innecesarios, para el acondicionamiento, limpieza y mantenimiento de las máquinas.
- Se logró determinar que la producción de lote de pernos no cumple con los tiempos planificados.
- Se formuló un plan de capacitación en los temas de las 5'S para sensibilizar al personal en las BPM y haciendo inherente la limpieza y el orden como procedimiento permanente.
- El costo del proyecto considera sólo al personal involucrado en la implementación, la capacitación propuesta y los útiles para el maquinado, y accesorios para la implementación, que tiene un valorizado igual a 6,560.36 soles.
- Con la aplicación de las herramientas asociadas de las 5'S, Poka Yoke y SMED, el tiempo para la operación en el torno tuvo un tiempo perdido de 230min, y con la aplicación de la mejora se logró reducir a 182.42min. Es decir, el TEEP encontrado fue de 52.1%, y con la mejora subió a 62.0%.
- El beneficio económico anual de la propuesta de mejora en el proceso de producción de pernos y espárragos es de 5,648.62 soles anuales.
- Los indicadores económicos son favorables con una rentabilidad del 49.49%y con un B/C de 1.70.





### 3.6. RECOMENDACIONES

- En el análisis causa efecto se determinó dos secciones de trabajo con tiempos de calibración excesivos en la prensa de tornillo y en el torno CNC. Se recomienda analizar las causas que generan esos tiempos excesivos en el torno CNC.
- Se recomienda hacer un plan de capacitación exhaustivo de las metodologías de las 5'S para fortalecer el cumplimiento de los procedimientos y las actividades estandarizadas.
- Se recomienda aplicar en el torno CNC la metodología rápida del SMED, con la finalidad de encontrar los nuevos tiempos disponibles que mejoren en conjunto la producción de pernos y espárragos.
- Se recomienda sumar el tiempo reducido en la prensa tornillo al valor del tiempo reducido en el torno CNC para conocer el impacto en la producción de pernos.
- Se recomienda hacer la corrida de los beneficios que podría resultar del análisis SMED en la máquina torno CNC.
- Se recomienda elaborar el DAP de las operaciones que hace el torno CNC, con la finalidad de eliminar operaciones que no agregan valor a la producción.
- Es recomendable realizar el diagrama de recorrido en la sección de trabajo mejorado con la finalidad de mantener el estándar, hasta encontrar una nueva oportunidad de mejora.
- Realizar el análisis económico con una inversión de reemplazo de la máquina prensa de tornillo dado el cumplimiento de vida útil.





## **CAPÍTULO IV**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**





## REFERENCIAS

Alcántara Cruz, C. (2017). Planeación y Control de la Producción para una empresa maquiladora de ropa casual femenina. México: UNAM.

Aranda Chamorro, G. M. (2022). Trabajo de Suficiencia Profesional de la EPII - Para obtener el título de Ingeniero Industrial. *TSP EPII - UAP*. Lima, Perú: Electrónico&Digital.

Corporación Ingeniería Metálica S.R.L. (2022). *Corporación Ingeniería Metálica S.R.L.* Obtenido de [www.media.cylex.com.pe/companies/1117/4799/uploadedfiles/11174799\\_636009409013953078\\_BROCHURE\\_CIM.pdf](http://www.media.cylex.com.pe/companies/1117/4799/uploadedfiles/11174799_636009409013953078_BROCHURE_CIM.pdf):  
[https://media.cylex.com.pe/companies/1117/4799/uploadedfiles/11174799\\_636009409013953078\\_BROCHURE\\_CIM.pdf](https://media.cylex.com.pe/companies/1117/4799/uploadedfiles/11174799_636009409013953078_BROCHURE_CIM.pdf)

Corporación Ingeniería Metálica S.R.L. (2022). *Corporación Ingeniería Metálica S.R.L.* Obtenido de [www.negocio.pe/carpinteria-metalica/corporacion-ingenieria-metalica-srl](http://www.negocio.pe/carpinteria-metalica/corporacion-ingenieria-metalica-srl): <https://negocio.pe/carpinteria-metalica/corporacion-ingenieria-metalica-srl>

Diccionario Real academia española. (2021). *Real academia española*. Obtenido de Real academia española: <https://www.rae.es/>

Ibañez Niklitscheck, E. (2016). "Diseño de propuestas de mejora para el área de producción en la empresa Puerto de Humos S.A.". Puerto Mott, Chile: Universidad Austral de Chile.

Llerena Benavides, D. M. (2016). Propuesta de medidas de control de riesgos mecánicos en los procesos de fabricación y mantenimiento de estructuras metálicas. Quito, Ecuador: Universidad Internacional SEK.

Pérez Cruz, B. J. (2020). Propuesto de mejora para aumentar la productividad en la producción de pernos en la empresa Industrias Casa del Tornillo S.A.C. Lima, Perú: USSP.





Torres Gallardo, R. D. (2014). Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmeccánica. Lima, Perú: UPC.

Vera Cubas, S. G. (2018). Propuesta de un sistema de planificación y control de la producción para la empresa fabrication technology company S.A.C., para mejorar el nivel de servicio. Chiclayo, Perú: UCSTM.





**CAPÍTULO V**  
**GLOSARIO DE TÉRMINOS**





**Perno:** pieza de hierro u otro metal, larga, cilíndrica, con cabeza redonda por un extremo y asegurada con una chaveta, una tuerca o un remache por el otro, que se usa para afirmar piezas de gran volumen. (Diccionario Real academia española, 2021)

**Espárragos:** pieza en forma de varilla metálica roscado, que esta fijo por un extremo, y que, pasando a través de una pieza, sirve para sujetarla por medio de una tuerca. (Diccionario Real academia española, 2021)

**SMV:** son siglas que hacen referencia al sueldo mínimo vital en el Perú.

**Proceso biselado:** Consiste en eliminar los filos cortantes de las puntas del material, generado por efecto del corte.

**Proceso forjado:** consiste en formar la cabeza del perno en una maquina prensadora.

**Proceso roscado:** en este proceso se realiza el número de hilos en una maquina roscadora.

**Operación:** Ocurre cuando se cambia intencionalmente las características físico/químicas de un objeto o material, cuando es montado o desmontado de otro, cuando se dispone o prepara para otra actividad.

**Inspección:** Ocurre cuando se examina un objeto para identificar y/o verificar sus características en cantidad o en calidad.

**Almacenamiento:** Ocurre cuando se guarda o protege algo que no se puede retirar sin autorización.

**Operación – Inspección:** Se utiliza cuando ocurre un proceso e inspección





## CAPÍTULO VI

### ANEXOS

#### **Anexo 1**

*Visita a Planta de la Autora del TSP*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

#### **Anexo 2**

*Área de Mecanizado de la MP*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)





**Anexo 3**

*Área de Laminado de la MP*



Fuente elaboración propia: (Aranda Chamorro, 2022)

