

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE  
PRODUCCIÓN DE SISTEMAS DE  
REFRIGERACIÓN, BASADA EN LAS  
HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING  
PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN  
UNA EMPRESA METAL MECÁNICA, CAJAMARCA  
PERÚ, AÑO 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniera Industrial**

**Autoras:**

Diana Sofia Cadenillas Cortegana  
Cinthya Sattui Silva Santisteban

**Asesor:**

Mg. Darwin Duran Janampa  
<https://orcid.org/0000-0001-7680-613X>

Cajamarca - Perú

## JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Katherine del Pilar Arana Arana</b>	<b>46288832</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Wilson Alcides Gonzales Abanto</b>	<b>70211187</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Roger Samuel Silva Abanto</b>	<b>26600012</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

“Propuesta de mejora del proceso de producción de sistemas de refrigeración, basada en las herramientas de Lean Manufacturing para la disminución de desperdicios en una empresa metal mecánica

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>repositorioacademico.upc.edu.pe</b> Fuente de internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Privada del Norte</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>bibliotecadigital.usb.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.uan.edu.co</b> Fuente de internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.utp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

## **DEDICATORIA**

Queremos dedicar esta tesis a nuestros padres, quienes siempre nos han apoyado en cada paso que hemos dado en nuestra vida académica y personal. Gracias por su amor incondicional, su paciencia y su constante motivación para seguir adelante.

También queremos dedicar este trabajo a amigos y familiares, quienes han sido una fuente de inspiración y apoyo en todo momento. Sin su aliento y confianza, no habría sido posible llegar hasta aquí. Por último, dedicamos esta tesis a todos aquellos que luchan por una educación de calidad y por un mundo más justo y equitativo.

## **AGRADECIMIENTO**

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de alguna manera en la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradecer a nuestro asesor Darwin Duran Janampa por su orientación, paciencia y dedicación en cada etapa del proceso. Gracias por su sabiduría y experiencia.

Agrademos a amigos y familiares, quienes han sido una fuente constante de amor, ánimo y apoyo en todo momento. Gracias por apoyarnos y por alentarnos a seguir adelante.

Por último, agradecemos a todas las personas que han participado en esta investigación, ya sea como entrevistados, colaboradores o informantes. Gracias por compartir sus experiencias, conocimientos y perspectivas, y por hacer posible este trabajo.

Este logro no habría sido posible sin la ayuda y el apoyo de todas estas personas, y por eso estamos profundamente agradecidas.

## TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
<b>1.1. Realidad problemática</b>	<b>13</b>
<b>1.2. Formulación del problema</b>	<b>23</b>
<b>1.3. Objetivos</b>	<b>24</b>
<b>1.4. Hipótesis</b>	<b>25</b>
<b>1.5. Justificación</b>	<b>25</b>
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	28
<b>2.1. Tipo de investigación</b>	<b>28</b>
<b>2.2. Población y muestra</b>	<b>29</b>
<b>2.3. Métodos, Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos</b>	<b>29</b>
<b>2.4. Procedimiento y Situación Inicial</b>	<b>32</b>
<b>2.5. Aspectos Éticos.</b>	<b>37</b>

<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	<b>38</b>
<b>3.1. Diseño de la Propuesta de Mejora del Proceso: 5S</b>	<b>38</b>
3.1.1. Desarrollo de Propuesta por Etapas 5S	38
3.2.2. Evaluación económica de la Propuesta de Mejora del Proceso de: 5S	49
<b>3.2. Diseño de la Propuesta de Mejora del Proceso: TPM</b>	<b>50</b>
3.2.1. Desarrollo de Propuesta por Etapas TPM	50
3.2.2. Impacto de la Propuesta de Mejora del Proceso de: TPM	68
<b>3.3. Diseño de la Propuesta de Mejora del Proceso: KANBAN</b>	<b>74</b>
3.3.1. Desarrollo de Propuesta por Etapas KANBAN	74
3.3.2. Evaluación económica de la Propuesta de Mejora del Proceso: KANBAN	81
<b>3.4. Beneficios del uso de las propuestas de lean manufacturing, para disminuir desperdicios en el proceso de producción y en el producto final.</b>	<b>82</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>84</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>89</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>91</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Método de Investigación.....	30
Tabla 2 Técnicas e instrumentos para usar por cada objetivo de la investigación.....	30
Tabla 3 Costos de implementación de 5S (Anual).....	49
Tabla 4 Costos Involucrados en la Implementación Del Programa TPM.....	68
Tabla 5 Costos de implementación de Kanban (ANUAL) .....	81
Tabla 6 Beneficios del TPM para disminuir desperdicios .....	82
Tabla 7 Beneficios de las 5S Y Kanban para disminuir desperdicios.....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

Imagen 1 Diagrama Causa-Efecto de la empresa investigada. ....	34
Imagen 2 Diagrama Pareto de principales defectos en proceso productivo de empresa investigada .....	35
Imagen 3 Diagrama de árbol .....	36
Imagen 4 Cronograma mensual de inspecciones .....	40
Imagen 5 Formato de Inspección de Herramientas y equipos .....	41
Imagen 6 LAYOUT inicial de empresa .....	42
Imagen 7 Propuesta de distribución (LAYOUT propuesto) .....	43
Imagen 8 Formato de Etiqueta de verificación .....	44
Imagen 9 Formato de Checklist de verificación de limpieza en área de trabajo.....	45
Imagen 10 Est-001- Inspección de Herramientas y equipos .....	46
Imagen 11 Est-002- Eliminación de desechos .....	47
Imagen 12 Est-003- Limpieza de áreas de trabajo .....	48
Imagen 13 Cronograma de capacitación .....	52
Imagen 14 Mapa de proceso de uso de Cortadora .....	53
Imagen 15 Mapa de proceso de uso de Moldeadora .....	54
Imagen 16 Mapa de proceso de uso de Ensambladora .....	55
Imagen 17 Programa de Mantenimiento interno.....	56
Imagen 18 Cronograma de instrucciones de trabajo para mantenimiento autónomo ..	57
Imagen 19 Formato de inspección general de máquina .....	58
Imagen 20 Formato de solicitud del mantenimiento.....	59
Imagen 21 Formato de detección de fallas.....	60
Imagen 22 Formato de mantenimiento autónomo para la máquina cortadora.....	61
Imagen 23 Formato de mantenimiento autónomo para la máquina moldeadora. ....	62
Imagen 24 Formato de mantenimiento autónomo para la máquina ensambladora.....	63

Imagen 25 Mapa de procesos del mantenimiento preventivo. ....	65
Imagen 26 Plan de mantenimiento preventivo propuesto .....	66
Imagen 27 Formato del cumplimiento del cronograma del plan preventivo. ....	67
<i>Imagen 28 Diagrama de actividades a realizar, cuando se presenta una avería o falla.</i> .....	70
Imagen 29 Diagrama de actividades a realizar cuando se reemplaza la pieza de una máquina. ....	71
Imagen 30 Diagrama de análisis de los procesos del mantenimiento autónomo. ....	72
Imagen 31 Diagrama de análisis de los procesos del mantenimiento preventivo. ....	73
Imagen 32 Diagrama de procesos inicial .....	75
Imagen 33 Diagrama de procesos propuesto .....	76
Imagen 34 Modelo de tablero Kanban para área de trabajo.....	77
Imagen 35 Tarjeta de seguimiento de actividades .....	78
Imagen 36 Modelo de tablero Kanban virtual.....	79
Imagen 37 Tabla de datos virtual .....	80
Imagen 38 Cuadro comparativo de aplicaciones propuestas .....	81

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo desarrollar una propuesta de mejora del proceso de producción basada en las herramientas de Lean Manufacturing, para disminuir los desperdicios en una empresa metalmeccánica, ubicada en Cajamarca-Perú, año 2023. Para lo cual, se diseñó la investigación como tipo aplicada, de nivel descriptivo explicativo y de diseño no experimental; utilizando la técnica de la observación y la encuesta. Logrando como resultado disminuir los desperdicios como productos defectuosos, reducción de tiempos de espera por lote de producción, y reducción de sobre procesamiento. Finalmente se concluyó que la propuesta de mejora del proceso de producción basada en las herramientas de Lean Manufacturing, 5S, KANBAN y TPM disminuyen los desperdicios en una empresa metalmeccánica, mediante la minimización del deterioro acelerado o excesivo de los equipos y el desgaste de sus componentes, el uso eficaz de los de materiales y equipos, la redistribución de áreas, y el cumplimiento de las condiciones de funcionamiento óptimas.

**PALABRAS CLAVES:** Lean Manufacturing, Desperdicio, 5S, KANBAN, TPM

## ABSTRACT

The objective of the research was to develop a proposal to improve the production process based on Lean Manufacturing tools, in order to reduce waste in a metal-mechanic company, located in Cajamarca-Peru, year 2023. For which, the research was designed as applied type, descriptive explanatory level and non-experimental design; using the technique of observation and survey. As a result, it was achieved the reduction of waste such as defective products, reduction of waiting times per production batch, and reduction of over-processing. Finally, it was concluded that the proposal to improve the production process based on Lean Manufacturing, 5S, KANBAN and TPM tools reduces waste in a metal-mechanic company, by minimizing the accelerated or excessive deterioration of equipment and the wear of its components, the efficient use of materials and equipment, the redistribution of areas, and the fulfillment of optimal operating conditions.

**KEY WORDS:** Lean Manufacturing, Wastage, 5S, KANBAN, TPM

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

A lo largo de los años, los seres humanos han primado el concepto de calidad en cada una de las actividades que incluyan la producción de bienes y servicios para su satisfacción, lo cual ha sido indispensable dentro de su evolución, puesto que permite diferenciar lo que este debería consumir frente a lo que podría resultar perjudicial para él (Cubillos & Rozo, 2009). Sin embargo, la mayoría de empresas en la actualidad ha optado por producir en masa, dejando de lado este factor primordial, que genera valor agregado para cualquier entidad sin importar el rubro, lo cual, genera cambios significativos en la satisfacción de sus consumidores. Podemos definir así que, en la actualidad, para el crecimiento de las empresas es fundamental basar sus procesos en el concepto de calidad, dentro de lo cual se comprende el conjunto de características con las que cuenta el producto terminado en su proceso de elaboración o manufactura (Portada, 2017), pero que a su vez permite minimizar el nivel de desperdicio y generar mayor rendimiento.

El desperdicio es uno de los mayores conflictos que enfrentan las organizaciones al contar con una pérdida o mal uso de recursos en los diferentes procesos involucrados en su desarrollo, lo cual tienen un impacto negativo que va más allá del nivel económico, y llega a impactar en el ámbito ambiental y social. Al profundizar en el impacto económico que puede generar, se define que genera mayores costos de producción y minimiza el nivel de rentabilidad de una organización. Es así como cada empresa se ve en la obligación de realizar la identificación y acertada medición de desperdicios, con el fin de explorar la situación real en la que se encuentra su organización y tomar medidas de mejora (Ramírez, 2017).

Cada empresa debe transmitir a sus colaboradores la filosofía de control de calidad y organización, con la finalidad de generar un cambio positivo interno para el desarrollo de un

mejor producto para sus consumidores y minimizar desperdicios, empleando para esto técnicas que permitan la mejora continua de su proceso productivo. En este contexto, se presenta la idea de Lean Manufacturing, el cual es un método que brinda la oportunidad de minimizar el nivel de desperdicio y generar un proceso productivo que cuente únicamente con las actividades que generen valor para la empresa.

Sin embargo, para el desarrollo de este método se debe priorizar el poner en práctica técnicas que permitan el desarrollo de una filosofía de mejora continua, para lo cual se requiere el compromiso de todo aquel que forme parte de la organización. Así es como se define que para lograr el crecimiento de la organización y la satisfacción de sus clientes es necesario implementar cambios en los procesos y generar la ideología de minimización de desperdicios.

#### **Antecedentes:**

Alva y Orosco (2021) nos explican en su investigación "*Propuesta de implementación de Herramientas Lean manufacturing para Mejorar el proceso productivo de una Empresa metalmecánica de la ciudad de Cajamarca*", que el surgimiento del principal problema es poder mejorar el proceso productivo para aumentar el valor agregado, para ello se tendrá que enfocar en los aspectos básicos de calidad, reducción de costos, optimización de los procesos y reducción de tiempos de entrega. Teniendo como objetivo generar óptimos índices de productividad y mejorar de calidad, para que la empresa pueda seguir creciendo y posicionándose como una entidad que brinda productos de calidad. Por ello es importante mejorar el proceso productivo mediante las herramientas de la lean Manufacturing, buscando la filosofía de mejora continua, para que así se logre obtener la productividad requerida con menores costos y tiempos en la fabricación o reparación de un componente, asegurando siempre la calidad de estos para de ese modo hacerle frente a la competencia mediante un valor agregado en el proceso productivo.

Es así que con la utilización de diferentes metodologías Lean se logrará cumplir con los objetivos planteados, para el desarrollo se empezara por el diagnóstico de los problemas ya expuestos, para posteriormente ser solucionados, por las metodologías a usar, dentro de éstas tenemos las 5 S, esta determinará que la disciplina, estandarización y limpieza son los factores con menor porcentaje de aplicación, esto por consecuencia le está generando a la empresa pérdidas económicas, además de aplicar el uso de TPM, que mediante inspecciones constantes se controlara de forma más ordenada y continua el mantenimiento de maquinarias.

Al final de la investigación se obtuvo como resultados, la reducción de pérdidas, ya que se observa el cumplimiento al 90% de todos los formatos, mejorando los aspectos productivos y de calidad dentro de la empresa al usar la metodología.

Por otro lado, es importante resaltar la reducción de costos por la disminución del índice de demoras en órdenes de productos, disminución de tiempos muertos por paradas inesperadas de máquinas, disminución de productos defectuosos o reprocesos, de un total de 11,454.40 soles mensuales a 4,533.91 soles logrando un beneficio mensual de 6,920.49 soles, generando un ahorro para la empresa mediante la aplicación de mantenimientos oportunos.

Así mismo, Portada, (2017) nos muestra como principal objetivo de su investigación "*Propuesta de mejora continua de procesos Lean Manufacturing para una empresa carrocera*", el asegurar el desarrollo de la mejora, mediante la metodología más indicada en relación con el mejoramiento de los indicadores clave de la empresa. Por lo que se debe realizar todo un procedimiento para filtrar los problemas registrados y clasificarlos según su relevancia para el proceso de mejora.

Por esto la implantación de un sistema de lean manufacturing no sólo se deberá enfocar en la reducción de productos terminados en inventario, sino también en la reducción de tiempos de espera. Ya que también es muy importante la gestión de la calidad, o si el proceso de

fabricación de una unidad tiene un tiempo largo de producción que podría dejar una venta por falta de stock.

Entonces podemos afirmar que la estandarización de procesos es un punto primordial en la primera etapa de la implementación de un sistema de lean manufacturing. Por eso se implementarán las siguientes metodologías: las 5S que tienen como objetivo, la mejora en los procesos en cuanto a calidad y productividad, seguridad industrial y el ambiente de trabajo, para que así se pueda obtener resultados más efectivos y sobre todo con un bajo costo de implementación.

Teniendo como resultado él logró de incrementar en un 13% la producción de furgones, la reducción en un 48% del costo de la mano de obra. Y finalmente se obtuvo una reducción de un 29 % de las unidades defectuosas, cumpliendo así con el objetivo planteado.

En el estudio de Rocha y Gonzales (2020), indica que el uso de las herramientas Lean manufacturing sería la constante de cambio para, poder generar una mejora significativa en la producción ya que su principal problema es el esfuerzo y tiempo, que se realiza para los cambios en las mezclas de productos a fabricar en cada proceso. Por ello se generan los retrasos en la entrega del producto, por lo cual el objetivo de esta investigación minimizar el tiempo de entrega, aumentando eficiencia y productividad haciendo uso de la metodología Lean Manufacturing. Usando la herramienta VSM para dar a conocer la situación actual de la empresa, y poder identificar cuellos de botella, altos tiempos de espera, el lead time.

Uno de los cambios más significativos al aplicar las herramientas Lean, se basa en el mantenimiento TPM, ya que ayudara a disminuir la generación de tiempos muertos por la preparación de la maquinaria de prensas, pues influyen en la cantidad de piezas producidas y en consecuencia a la productividad. Además de aprender a inspeccionar el equipo, ya que no siempre se puede contar con un especialista.

Otro problema en la estación de ensamble, ya que se originó por los constantes errores que se daban en la elección de ejes debido a que se manejaban ejes muy parecidos, entonces se decidió organizar cada uno para un uso distinto. Para evitar que la elección entre uno y otro sea fácil de confundir, además de que se requería de una inspección visual, la que podía tardar mucho tiempo, interrumpir la continuidad de la línea o prestarse a errores por falta de estas inspecciones. Ahora se seguirá una guía, para el orden y clasificación de estos ejes y no puedan ser mezclados.

Cabello y Cairampoma (2017) resaltan en su investigación el uso de las herramientas de lean manufacturing y sus beneficios económicos, ya que presentan como principal problema el retraso de la producción de piezas estructurales, además de números de piezas estructurales defectuosas y horas hombre no productivas que serían el 80% de las causas que afectan la productividad.

Después de implementar las herramientas Kanban, éstas ayudaron a controlar los niveles de inventario y el SMED, para disminuir los tiempos de cambio de moldes, establecer un balance de línea, al implementar un sistema Kanban e implementar un sistema SMED, de la siguiente manera, se evaluó la viabilidad del proyecto de mejora estableciendo un margen mínimo de rentabilidad igual al 20% por política de la empresa, dicha evaluación se sustenta haciendo uso de las herramientas financieras, VAN (Valor Actual Neto) Y TIR (Tasa Interna de Retorno). Siendo una aplicación fiable para la empresa.

El resultado de la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta tuvo como evidencia que aplicando las 5' S y el Kanban, el poka-yoke impactaron el 62% de defectos totales detectados y cumplieron con la rentabilidad establecida.

Ruiz (2018) refleja en su investigación la evidencia que en algunas empresas se presentan demasiados desperdicios ya sean en variables de tiempo, de costos y de residuos, por

lo que la metodología Lean es una herramienta que permitirá dar solución a lo que importa en toda industria, la reducción de desperdicios y maximizar la productividad

Teniendo en cuenta la problemática de la metalmecánica es imprescindible la búsqueda de estrategias que permitan disminuir los desperdicios asociados al tiempo, material, desplazamientos, inventarios y defectos, lo que se refleja en una reducción de costos, mejora y organización del ambiente laboral y fácil seguimiento de los procesos; los factores clave para la obtención de ventajas competitivas para la empresa.

Como principales herramientas del Lean Manufacturing para esta investigación, se encontró las 5's como base para la construcción de acciones de mejora, referido a orden, limpieza, clasificación, estandarización y disciplina. El uso de VSM como herramienta de análisis de desperdicios en este caso del tiempo y la estandarización a través de manuales con el fin de controlar los procesos. Para que finalmente se puedan eliminar las fuentes de suciedad o de difícil acceso, mejorando la producción y calidad y volver a situar la línea en su estado inicial

Duque y Osorio (2021) en su investigación nos describe el uso de herramientas lean manufacturing, mediante la mejora de ajustes de procesos que se presentan en diferentes tiempos, generados por falta de que no están establecidos en forma adecuada, además del uso de las 5S, para establecer estándares que rijan el cumplimiento de la calidad, y sus altos niveles de averías o producto no conforme, ya que los problemas principales se pueden resumir en desperdicios por defectos, en los 29 productos terminados, tiempos de entrega insuficientes, malos hábitos de orden y limpieza, esta situación da lugar a realizar una evaluación mediante las herramientas de Lean Manufacturing, para realizar una propuesta hacia el mejoramiento de la producción.

Por otro lado, es importante resaltar que la empresa no cuenta con una cultura organizacional en el área de producción. Entonces se establece como objetivo mejorar el proceso productivo en el área de producción.

A partir de ello se usaron las herramientas lean manufacturing, para lo cual como primer paso se identificó y se separó las operaciones internas y externas, creando y mejorando los organigramas en el área de producción, además de mejorar y facilitar los procesos de producción. A continuación, se realizó la aplicación de las 5S, eliminando los malos hábitos de orden y limpieza, bajo la guía de protocolos, el uso de TPM, para la mejora de calidad y reducción de defectos.

Finalmente, la aplicación de las herramientas evidenció que la de mayor porcentaje de desempeño en la empresa fue la de las 5S con un 31%, seguida de TPM con un 21%, organización y cultura, y estandarización con un 15%, las restantes arrojaron un porcentaje del 16% de cumplimiento, adicionalmente, mediante la evaluación económica se reflejó una proyección viable para un beneficio del 3%, a un periodo no mayor de siete meses.

### **Definiciones:**

Un proceso es un conjunto de actividades relacionadas entre sí, con el objetivo de transformar un elemento inicial en otro resultante. Los elementos iniciales comprenden insumos, materiales, productos o equipos; y los resultantes pueden ser productos terminados o variantes de los insumos iniciales, y a su vez, podrían ser elementos iniciales de otras etapas del proceso. (Portada, 2018)

Mediante la presente investigación buscaremos, mejorar el proceso productivo de una empresa metal mecánica mediante las herramientas de la lean Manufacturing, buscando la filosofía de mejora continua. Para esto se define Lean manufacturing como un conjunto de técnicas y elementos que buscan mejorar el proceso productivo de una empresa, con esto se

busca eliminar todo tipo de desperdicios creando un enfoque de valor para el cliente, todo ello en base al conocimiento y experiencia de las personas relacionadas al proceso productivo.

(Alva y Orosco ,2021)

Para el desarrollo de la metodología Lean Manufacturing, es necesario poner en práctica técnicas que permitan el desarrollo de una filosofía de mejora continua y control de calidad, para lo cual se definen diversas metodologías que facilitan su implementación:

### **Metodología 5 S**

La metodología 5S es un sistema de organización y limpieza originario de Japón que se utiliza para mejorar la eficiencia, la seguridad y el bienestar en el lugar de trabajo. El nombre de la metodología proviene de las cinco palabras japonesas que describen cada una de las cinco fases del proceso:

1. Seiri (clasificar): Para el correcto desarrollo de un sistema, es primordial el contar con un ambiente de trabajo con la clasificación adecuada para la distribución de herramientas y materiales, a fin de evitar espacios de trabajo sin uso y pérdidas de tiempos.
2. Seiton (ordenar): A partir de una correcta clasificación, se debe preservar esta distribución a fin de mantener un ambiente ordenado, libres de estorbo y con un correcto manejo de lugares usados.
3. Seiso (limpiar): Adicional a la preservación de un ambiente ordenado, se requiere mantener un espacio de trabajo limpio, realizando inspecciones para la eliminación de desperdicios que puedan generar incomodidad en el desarrollo de actividades.
4. Seiketsu (estandarizar): Es el punto principal de mejora continua, mediante el cual podemos comprender la manera más eficaz y precisa para que se lleven a cabo actividades que incluyen recursos como materiales, personal, información,

maquinaria y tiempo, con la finalidad de ofrecer un producto de calidad con el uso más apropiado de recursos.

5. Shitsuke (mantener): Para poder ofrecer un producto de calidad, se requiere el brindar un nivel de mantenimiento oportuno y eficaz que permita cumplir con la especificación de un equipo de producción eficiente. (Alva & Orosco, 2021)

## **Metodología Kanban**

La metodología Kanban es un sistema de producción que prioriza la gestión y control visual del flujo de trabajo en un proceso. Esta metodología se originó en la década de 1940, y se ha utilizado con éxito en la gestión de proyectos, la fabricación, el desarrollo de software y otros campos.

En la metodología Kanban, se utilizan tableros Kanban para visualizar el flujo de trabajo y las tareas pendientes. Cada tarea se representa por una tarjeta Kanban, que se mueve a través del tablero Kanban a medida que se completa cada fase del trabajo. La limitación del trabajo en progreso permite controlar el flujo de trabajo. Para esto se nos plantea que la metodología Kanban se realiza mediante la ejecución de 4 fases necesarias para su correcta aplicación, las cuales son:

1. Capacitar al personal involucrados acerca de la metodología Kanban y el beneficio que produciría para la empresa
2. Implementar esta metodología en los puntos críticos para poder exhibir los problemas que no se han evidenciado de manera directa.
3. Implementar Kanban en todas las áreas restantes con ayuda del personal involucrado, con el fin de obtener la información más relevante y que los colaboradores se sientan parte del cambio

4. Verificación de la implementación y modificaciones en el caso sea requerido para su correcto funcionamiento.

### **Metodología de Mantenimiento Productivo Total**

Mantenimiento Productivo Total se define como un sistema que permite implantar un mantenimiento autónomo con el fin de eliminar pérdidas en producción que pueden ser generadas por el estado de equipos. Su principal objetivo es el mantener la disponibilidad de equipos para ofrecer la mayor capacidad de productos de calidad. (Arias & Carballido, 2017)

#### **Síntomas, causas, pronóstico y control de pronóstico**

En este contexto, la presente investigación se realizará en una empresa del sector metal mecánico, enfocada en la producción de sistemas de refrigeración, aire acondicionado y muebles de exhibición. Actualmente se encuentra situada en la ciudad de Cajamarca, lugar en el que cuenta con un nivel alto de demanda, sin embargo, se han podido resaltar ciertos defectos en la entrega de su producto final, puesto que se cuenta con deficiencias en la planificación de actividades, mantenimiento de equipos y estandarización de procesos, lo cual podría generar insatisfacción del consumidor final. Tal situación obedece, a algunas falencias en el proceso productivo, lo que se analizó con mayor detalle a través de la recolección de información del mes de marzo 2023, donde se determinó que el 30% del total de producción cuenta con defectos debido a que los procesos no se encuentran estandarizados, puesto que no se cuenta con un modelo definido del procedimiento a realizar para cada producto, por lo cual se generan pasos innecesarios y se omiten tareas con mayor prioridad. Así mismo, se puede definir que un factor relevante en la producción de defectos es la falta de orden, limpieza y organización, debido a la interrupción en espacios de trabajo y generación de desorden al realizar diversos procedimientos. Finalmente, se determina como tercer punto más relevante, el mantenimiento

de equipos, mediante lo cual se podría minimizar paradas y retrasos en el tiempo de producción, lo cual actualmente se genera con mayor frecuencia de lo esperado.

De continuar esta sintomatología, la organización podría perder la satisfacción de sus clientes finales, generando así la pérdida de demanda y competitividad en el mercado. Así también se incrementaría el nivel de desperdicio, llevando esto a una pérdida económica potencial; resultando indispensable tomar acciones de mejora, que permitan la disminución de desperdicios a través de la optimización del proceso productivo, para lo cual se plantean herramientas de Lean Manufacturing que permiten la eliminación de defectos en la producción.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿De qué manera se desarrollará la propuesta de mejora del proceso de producción basada en las herramientas de Lean Manufacturing, para minimizar los desperdicios en una empresa metalmecánica?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

**Problema Específico 1:** ¿Cuál es la situación inicial del proceso productivo de la empresa metalmecánica?

**Problema Específico 2:** ¿De qué manera se diseñará la propuesta de mejora del proceso de producción basada en 5S, para minimizar los desperdicios en la empresa metalmecánica, ubicada en Cajamarca-Perú, año 2023?

**Problema Específico 3:** ¿De qué manera se diseñará la propuesta de mejora del proceso de producción basada en Kanban, para minimizar los desperdicios en la empresa metalmecánica, ubicada en Cajamarca-Perú, año 2023?

**Problema Específico 4:** ¿De qué manera se diseñará la propuesta de mejora del proceso de producción basada en TPM, para minimizar los desperdicios en la empresa metalmecánica, ubicada en Cajamarca-Perú, año 2023?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Desarrollar una propuesta de mejora del proceso de producción basada en las herramientas de Lean Manufacturing, para disminuir los desperdicios en una empresa metalmecánica, ubicada en Cajamarca-Perú, año 2023.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

Objetivo Específico 1: Diagnosticar la situación inicial del proceso productivo para definir las herramientas específicas de lean manufacturing a utilizar en la empresa metalmecánica, ubicada en Cajamarca-Perú, año 2023.

Objetivo Específico 2: Diseñar la propuesta de mejora del proceso de producción basada en 5S, para minimizar los desperdicios en la empresa metalmecánica, ubicada en Cajamarca-Perú, año 2023

Objetivo Específico 3: Diseñar la propuesta de mejora del proceso de producción basada en Kanban, para minimizar los desperdicios en la empresa metalmecánica, ubicada en Cajamarca-Perú, año 2023

Objetivo Específico 4: Diseñar la propuesta de mejora del proceso de producción basada en TPM, para minimizar los desperdicios en la empresa metalmecánica

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

La propuesta de mejora del proceso de producción basada en las herramientas de lean manufacturing para minimizar los desperdicios beneficia a la empresa metalmecánica ubicada en Cajamarca, año 2023.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

Hipótesis Específica 1: La propuesta de mejora del proceso de producción basada en 5S para minimizar los desperdicios beneficia a la empresa metalmecánica, ubicada en Cajamarca, año 2023

Hipótesis Específica 2: La propuesta de mejora del proceso de producción basada en Kanban para minimizar los desperdicios beneficia a la empresa metalmecánica, ubicada en Cajamarca, año 2023

Hipótesis Específica 3: La propuesta de mejora del proceso de producción basada en TPM para minimizar los desperdicios beneficia a la empresa metalmecánica, ubicada en Cajamarca, año 2023

## **1.5. Justificación**

### **1.5.1. Justificación General**

La presente investigación realizará el planteamiento de una propuesta de mejora en base a las herramientas de Lean Manufacturan para una empresa metalmecánica, buscando resolver la problemática principal, la disminución de defectos en la elaboración del producto principal, para así obtener un proceso productivo eficiente, un producto de calidad, con una alta satisfacción del cliente y un aumento en la rentabilidad económica de la empresa , para que así los productos cumplan con las normativas establecidas, se encuentren totalmente adecuados, mejorando sus características físicas, para obtener una vida útil más larga, además

de que los procesos serán más sencillos de cumplir por los trabajadores, los estándares de mantenimientos se desarrollaran en los tiempos oportunos y será más fácil organizar la producción. Todo esto se desarrollará a través del uso de las herramientas como 5S, Kanban y TPM, en las áreas críticas del proceso productivo, con la finalidad de minimizar desperdicios para la mejora de su sistema de producción, los cuales se traducen en un producto de calidad y aumento de rentabilidad, generando competitividad para la empresa.

El trabajo de investigación tiene como utilidad el planteamiento de soluciones para los distintos problemas encontrados al producir maquinarias con defectos, generando desperdicios, los métodos Lean persiguen mantener los niveles de producción adecuados, disminuyendo la cantidad de desperdicios en todo el proceso de producción, mediante el análisis actual de la empresa y el uso de las teorías, los conceptos básicos para mejorar mediante la metodología 5S, Kanban y TPM ,para encontrar explicaciones o soluciones para situaciones de mantenimiento o mal estado de la materia prima, consiguiendo la organización y estándares de calidad para mejorar el producto de la empresa metalmeccánica, que servirá como guía para mejorar la empresa y generar la satisfacción de sus clientes.

Adicionalmente, lo obtenido mediante esta investigación permitirá a otros investigadores contar con antecedentes que beneficien sus estudios en cuanto a la aplicación de herramientas Lean Manufacturing

### **1.5.2. Justificación Práctica**

De acuerdo a la realidad existente de la empresa uno de los principales problemas es la cantidad de desperdicios que esta produce al fabricar un mostrador refrigerante, para que a este problema se plantearan las soluciones más concretas, con el fin de minimizar los desperdicios en el proceso productivo ,para ello utilizaremos tres herramientas Lean Manufacturing, entre ellas 5S, ya que es necesario enfocarnos en el orden, limpieza, clasificación, estandarización y disciplina para mantenerlos puntos de vista anteriores, estas actividades se mejoraran

mediante guías de clasificación y orden, para el personal, además de ser necesario la organización mediante un cuadro Kanban y mantenimiento, debido a que no cuenta con protocolos de limpieza o guías de mantenimiento, los cuales no permiten obtener un producto de calidad, con el material necesario. En este sentido, surge Lean Manufacturing como alternativa para disminuir los grandes desperdicios y mejorar la productividad de la empresa metalmecánica.

### **1.5.3. Justificación Metodológica**

Entonces para poder lograr proyectar la propuesta de minimización de desperdicios en base a herramientas lean manufacturan, se emplearán las metodologías de investigación como la Metodología 5S, Kanban y Finalmente TPM (Mantenimiento productivo total). A través de la aplicación de herramientas como el diagrama de Ishikawa, revisión documentaria, de la empresa metalmecánica, con el fin de diseñar una propuesta de mejora para minimizar desperdicios en el proceso productivo, para aumentar la calidad y productividad en la empresa, logrando mejorar los procesos de producción, optimizando la eficacia, disminuyendo desperdicios y aumentando la rentabilidad económica, en el proceso de producción. De esta forma, los resultados de la investigación serán refutados con la aplicación de herramientas lean manufacturing, de investigación válidas en el medio, como son las 5S, KANBAN Y TPM.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Grebe (2008), nombra la investigación aplicada como aquella investigación practica que se caracteriza por la aplicación de conocimientos previos adquiridos y la generación de nuevos después de implementar y sistematizar la práctica. Ante esto, podemos definir que la presente investigación es de TIPO APLICADA, puesto que se propone aplicar el conocimiento previo acerca de herramientas de Lean Manufacturing, con el objetivo de generar beneficios para los individuos involucrados y a su vez poder generar conocimientos nuevos mediante su aplicación.

Además, Sabino (1992), nos señala que aquellas investigaciones que priorizan la determinación de causas de un determinado fenómeno a través del análisis de las condiciones preexistentes, son denominadas investigaciones explicativas. La presente investigación se basa en el estudio del comportamiento de las variables que han sido evaluadas previamente, por lo cual se determina que es de NIVEL DESCRIPTIVO EXPLICATIVA de acuerdo con el objeto de estudio, ya que se basa en el análisis y registro de información para su correcta interpretación, en base a las variables en cuanto a su realidad actual, con un análisis estadístico cuantitativo y cualitativo, puesto que la investigación se basa en el estudio de datos , para el diseño de una propuesta de mejora del proceso de producción, basada en las herramientas de Lean Manufacturing para la disminución de desperdicios.

Kerlinger (1979), nos muestra que la investigación no experimental es aquella en la que no es posible manipular las variables. Por lo cual, finalmente se define que la presente investigación es NO EXPERIMENTAL, puesto que los datos recolectados no serán manipulados, pero si analizados para la obtención de un modelo planteado.

## **2.2. Población y muestra**

(Arias et al., 2016), señala que la población de estudio está compuesta por elementos determinados y con acceso para el correcto análisis del problema de investigación. La población tiene la característica de ser estudiada, medida y cuantificada. Por ende, podemos definir la población de la presente investigación como el conjunto de actividades del proceso de producción del principal producto de la empresa metalmecánica, respecto del cual se recolecta información.

(Garay et al., 2021) Nos señala que en cuanto a la muestra se define como el subconjunto de la población que cuenta con la información más representativa, a la cual se pondrá principal atención durante la investigación. Por ello la muestra de esta investigación está dirigida a los diez procesos del producto con más deficiencias, es decir (sistemas de refrigeración) donde podemos observar los siguientes procesos de producción, recepción de materia prima y materiales; moldeo de inyección de ventiladores; moldeo de la cubierta; ensamble de motor; primer ensamble de cubierta, ventiladores y motor; subensamble de tornillos y tuercas; ensamble final; realización de prueba de funcionamiento; envío al almacén y despacho al cliente.

## **2.3. Métodos, Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

### **2.3.1. Métodos**

Según Maya (2014) Los métodos son definidos como un conjunto de pasos a seguir por el investigador, con el fin de generar conocimientos. Así mismo, los define como aquello "que distingue las partes de un todo y procede a la revisión ordenada de cada uno de los elementos por separado". Para la presente investigación se recopiló información de la situación actual de la empresa a través de tres métodos, definidos posteriormente:

*Tabla 1 Método de Investigación*

<b>Método</b>	<b>Fuente</b>	<b>Técnica</b>
Cuantitativo	Primaria	Observación directa
Cualitativo	Primaria	Encuesta
Cuantitativo	Primaria	Documentación existente

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.2. Técnicas

Para Maya (2014), las técnicas de investigación son las diversas formas de obtención de datos que permiten al investigador profundizar en el conocimiento de manera sistematizada. Mientras que los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información. Ante esto, en base a cada objetivo planteado, se utilizaron las técnicas e instrumentos pertinentes, para poder indicar el correcto desenvolvimiento de la investigación.

*Tabla 2 Técnicas e instrumentos para usar por cada objetivo de la investigación.*

<b>Objetivos</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Diagnosticar la situación inicial del proceso productivo para definir las herramientas específicas de lean manufacturing a utilizar en la empresa metalmecánica.	Observación y encuesta	Ficha de observación y cuestionario
Diseñar la propuesta de mejora del proceso de producción basada en 5S, para minimizar los desperdicios en la empresa metalmecánica	Documentación existente	Ficha de control de orden y limpieza
Diseñar la propuesta de mejora del proceso de producción basada en Kanban, para minimizar los desperdicios en la empresa metalmecánica	Documentación existente	Reportes
Diseñar la propuesta de mejora del proceso de producción basada en TPM, para minimizar los desperdicios en la empresa metalmecánica	Documentación existente	Ficha de control de mantenimiento y calidad.

Fuente: Elaboración propia.

### **2.3.3. Procedimiento de recolección de datos.**

La recolección de datos comenzó, con la técnica de observación directa, la cual consiste en la inspección y estudio realizado por el investigador, mediante el empleo de sus propios sentidos (especialmente la vista) y cuestionarios, así mismo se verificará la documentación existente, recopilada por la misma empresa para que sea analizada de manera más detallada, para que así, esta información sea útil al momento de utilizar los indicadores propuestos en la tabla anterior.

A continuación, se detalla el uso de las técnicas:

#### **a) Observación Directa**

Con la utilización de esta técnica, se observará y analizará los registros y bases de datos de apuntes hechos a mano y digitados en Excel, para ello se ha adaptado un checklist de observación, con el cual se podrá verificar el estado actual y las falencias que tenga la empresa en relación a lo requerido en el área de producción.

Materiales: Cámara fotográfica, Computadora, Cuadernos de apuntes, Lapiceros, checklist de observación.

#### **b) Cuestionario.**

Para esta técnica se aplican preguntas cerradas que permitan obtener información puntual por parte de los colaboradores (Anexo 1). Con el fin de conocer las falencias y las recomendaciones que los mismos involucrados dentro del proceso productivo puedan brindar. La validación de este documento se realizó por el juicio de expertos, realizado por docentes de la universidad privada del norte, para lo cual se adjunta validación en Anexo 2

Procedimiento: Esta técnica será aplicada a el personal involucrado en el proceso productivo. Se recopiló la información necesaria para ser registrada y evaluada por los investigadores.

Materiales: Formato de encuesta, Lapiceros,

#### **2.3.4. Análisis de datos.**

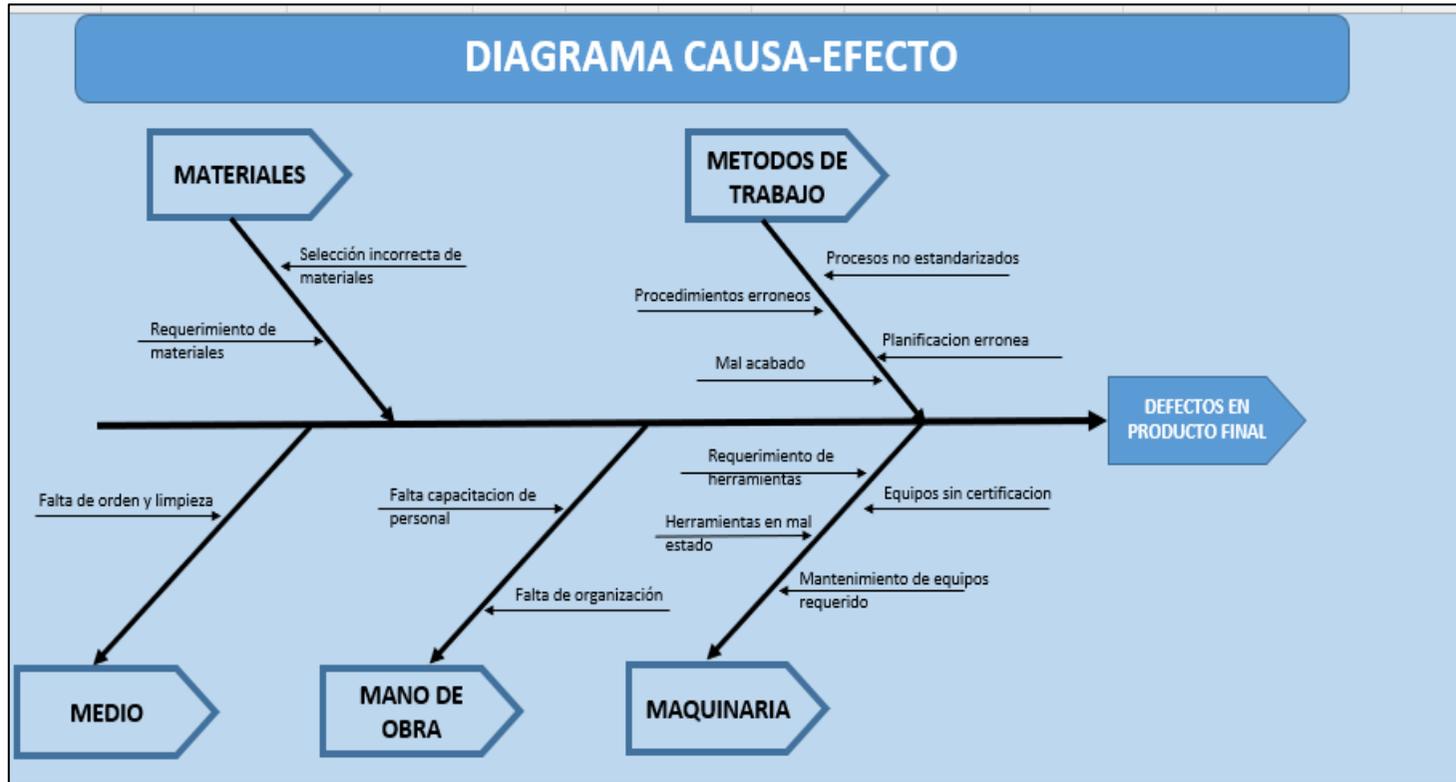
Para el procesamiento de los datos recabados de la empresa, se utilizará principalmente la hoja de cálculo de Excel, para tabular los datos de los cuestionarios realizados en el área de producción y de este modo poder obtener porcentajes y gráficos estadísticos que ayuden en la interpretación y entendimiento de los resultados. Así mismo se utilizarán estos datos para poder formar los indicadores que verifiquen el cumplimiento de los objetivos, además de que realizará la creación de formatos que permitan el análisis de datos que sean emitidos en caso de ponga en práctica la propuesta de mejora.

#### **2.4. Procedimiento y Situación Inicial**

Actualmente, la empresa metalmecánica investigada, dedicada a la fabricación de equipos de sistemas de refrigeración, presenta una serie de conflictos en el proceso de producción, que terminan afectando el rendimiento de esta, reflejándose en la rentabilidad del negocio. Para este análisis utilizaremos como indicador el Diagrama de Causa y efecto en la empresa, como observamos en la (imagen 2). Después del análisis, podemos deducir que la empresa no cuenta con un método de trabajo estandarizado, además de un déficit de orden y limpieza en el área de trabajo, incluso falta de control del plan de mantenimiento para la maquinaria, desconociendo el cumplimiento de calidad de los productos y los desperdicios que generan perjuicios en esta área. Este problema recurrente se refleja en el área de producción, donde se observa que los productos que incumplen con los requerimientos y normas de calidad solicitados por el cliente generan gastos y tiempos extras. Este incumplimiento de las especificaciones tiene como resultado la modificación de dichos productos o en el remate de estos, alterando de una forma considerable los ingresos proyectados de las ventas de los mencionados productos.

Luego de profundizar en las deficiencias que presenta la empresa en el área de producción es necesario establecer el rango de prioridad de acuerdo con el porcentaje mayor del grado de perjuicio, de los distintos problemas, para ello se usara el diagrama Pareto, que observaremos en la imagen 1.

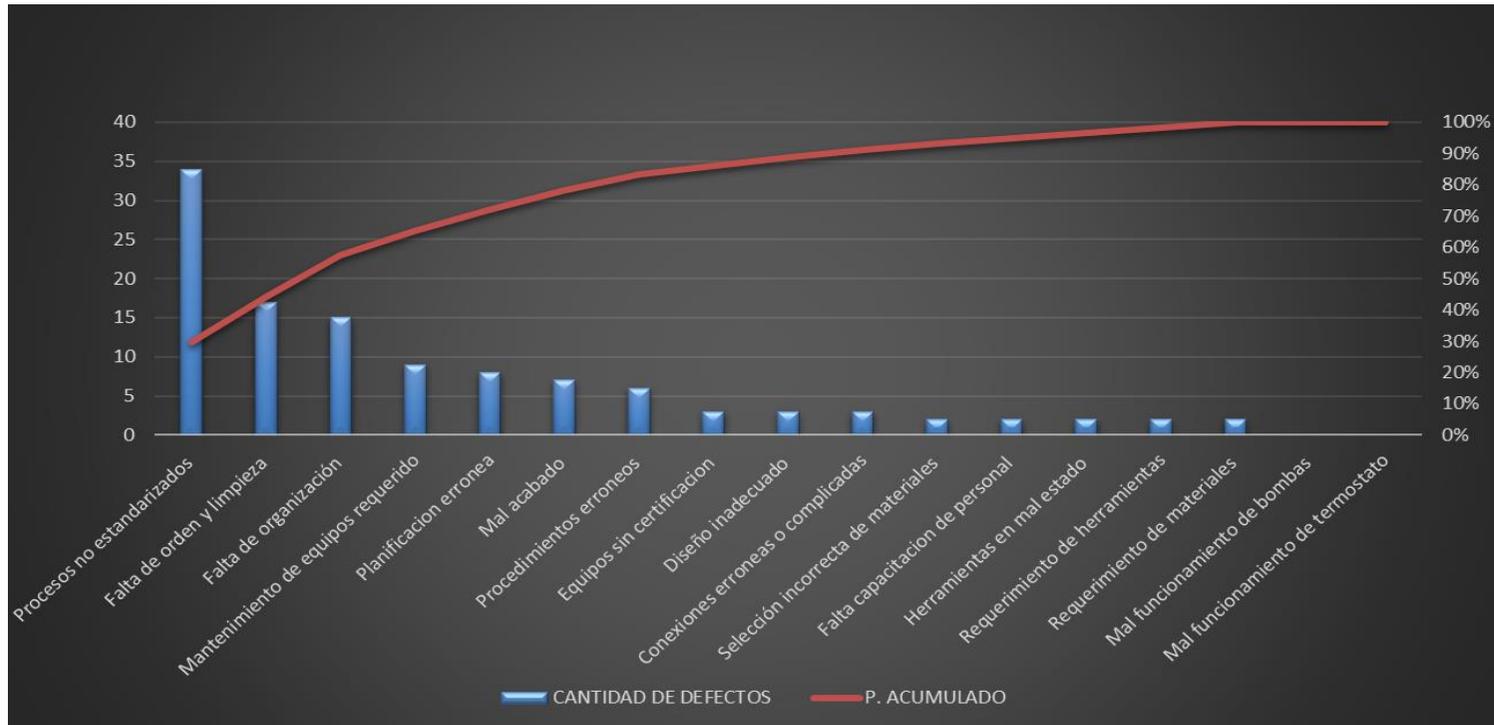
Imagen 1 Diagrama Causa-Efecto de la empresa investigada.



Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de causa- efecto se centra en los defectos encontrados en el producto final, este se dividirá entre cinco ramas de ítems principales, que intervienen en su elaboración, donde se identificarán los principales problemas que surgen dentro de estos.

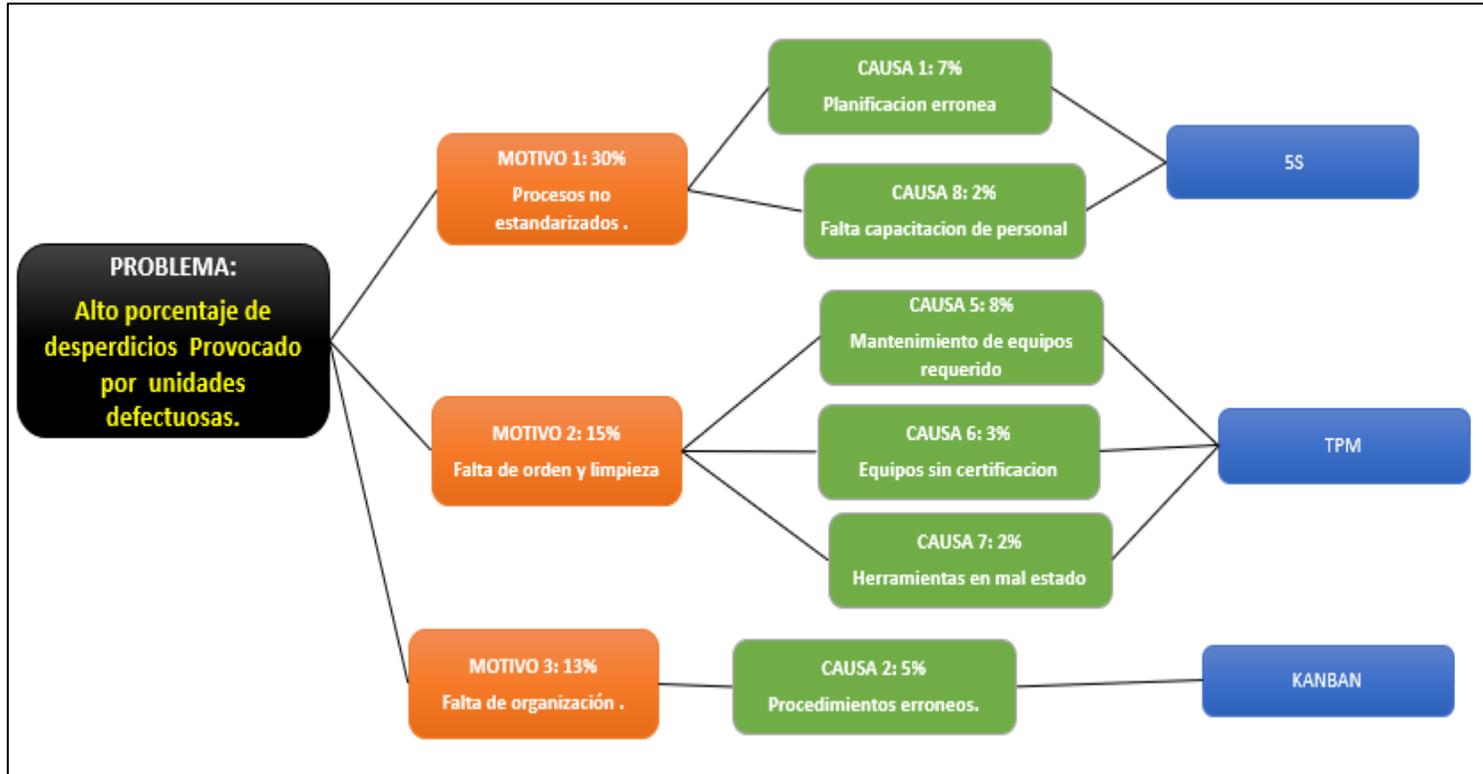
Imagen 2 Diagrama Pareto de principales defectos en proceso productivo de empresa investigada



Fuente: Elaboración propia.

En el diagrama Pareto podemos observar, los principales defectos encontrados en el área de producción de la empresa, así mismo la cantidad en porcentaje que estas asumen, ubicándolas, desde la mayor frecuencia, con “procesos no estandarizados”, con un 30%, hasta la mínima, como “mal funcionamiento de termostato”, que obtiene un 0 % del porcentaje de fallas que ocurren de estos defectos.

Imagen 3 Diagrama de árbol



Fuente: Elaboración propia.

El diagrama del árbol representa de forma resumida el principal problema y los sub problemas, acorde al mayor porcentaje de ubicación, encontrando como solución a estos el planteamiento del uso de las herramientas lean manufacturing.

## 2.5. Aspectos Éticos.

El presente trabajo de investigación cuenta con conceptos, para certificar la autoría empleamos referencias bibliográficas, mencionadas en las citas textuales y parafraseadas, por lo que manifestamos que se está respetando los derechos de autoría, con la finalidad de no perjudicar dicha investigación. Todas las citas utilizadas en el presente trabajo de investigación han sido sacadas de fuentes confiables, todo ello, con la finalidad académica correspondiente, utilizando el método científico, sin obviar los valores que un investigador debe tener en cuenta siempre, sin alterar los datos reales.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

De acuerdo con el análisis de la situación inicial de la empresa metalmeccánica, previamente mencionado en el capítulo de metodología, se identificaron los siguientes problemas: Procesos no estandarizados, falta de orden y limpieza, falta de organización, requerimiento de mantenimiento de equipos de producción, planificación errónea y producto final con fallas. Para lo cual, se plantean las propuestas de mejora basadas en las herramientas Lean Manufacturing, tales como 5S, TPM Y Kanban.

A continuación, se presentan las propuestas, junto al análisis económico e impacto sobre la variable dependiente, para el contexto estudiado:

### **3.1. Diseño de la Propuesta de Mejora del Proceso: 5S**

#### **3.1.1. Desarrollo de Propuesta por Etapas 5S**

##### **a) Clasificación:**

Para la implementación de esta primera etapa, se requiere establecer metodologías que generen el control de recursos con los que cuenta el proceso productivo, para lo cual, inicialmente se plantea aplicar el correcto registro de elementos, para posteriormente facilitar su inspección y clasificación. Para agilizar este registro se utilizan herramientas tecnológicas que permiten la actualización y verificación de ingresos, salidas, y defectos detectados.

Posteriormente, para la clasificación de implementos se utilizarán cintas de inspección, las cuales permitirán diferenciar herramientas, equipos y materiales en buen estado de los que puedan contar con alguna deficiencia. En este caso, se plantea el uso de cintas de colores; en primer lugar, la cinta de color rojo, la cual se utilizará para los elementos que requieren desecharse, en esa misma línea, la cinta de color amarillo para aquellos que requieren alguna

reparación o levantamiento de observaciones y finalmente la cinta verde para los elementos que se encuentran en óptimas condiciones.

Para contar con una clasificación más eficiente, se realiza la programación de inspecciones mensuales de herramientas, materiales y equipos, así como la verificación de insumos cada vez que son recepcionados. Finalmente, se realiza una correcta segregación de elementos en mal estado y la reparación de aquellos que cuenten con alguna observación.

A continuación, se presenta el cronograma mensual de inspecciones planteada para el mes de junio del presente año y el formato de inspección de herramientas y equipos desarrollado de acuerdo a las posibles deficiencias detectadas:



Imagen 5 Formato de Inspección de Herramientas y equipos

INSPECCION DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS																			
Nº Registro / Mes:				Fecha de la inspección				Proyecto/Ubicación				Hora de la inspección				Planada			
OBJETIVO DE LA INSPECCIÓN																			
Herramientas manuales										CONSIDERACIONES PARA SU USO									
Cuidar el estado de los agarradores/ sujetadores Si cuenta con cobertor, debe ser usado adecuadamente										Deben contar con mangos y no presentar roturas o suciedad Los elementos de corte deben estar afilados									
Herramientas de torsión - llaves										Herramientas eléctricas									
Cuidar el estado de las mordazas										Se debe emplear los elementos de protección personal de acuerdo con la herramienta empleada									
Herramientas de golpe																			
Las caras y bordes deben estar en buen estado Los mangos no deben estar quebrados, astillados ni flojos										Debe contar con guardas Debe poseer aislamiento doble o conexión a tierra por enchufe de tres patas El cable y enchufe no deben presentar daños									
CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN																			
(A) Condiciones generales de las herramientas (Limpieza)					(F) Almacenamiento adecuado.					(K) ¿Se usa la herramienta o equipo de acuerdo a las instrucciones del fabricante?									
(B) Cordones eléctricos o mangueras					(G) Guardas y dispositivos de seguridad.					(L) Herramienta equipada con interruptor de trabajo continuo									
(C) ¿Se observa reparaciones provisionales o variaciones del diseño en cuanto a forma o conformación del material de las herramientas?					(H) ¿Están los mangos libres de cuarteaduras o astillas?					(M) ¿Los cables de corriente de las herramientas se encuentran libres de cortes, y no se encuentran apiezadas con cinta aislante?									
(D) Empalmes y conexiones.					(I) Conexión a tierra o doblemente aisladas.					(N) Herramienta protegida y provista con interruptor de bloqueo									
(E) Interruptores y/o botones.					(J) Prueba de aislamiento.					(Ñ) Ajustes correctos con herramienta adecuada.									

Color	Desechar	Requiere reparación	Óptimo

Condición	Abreviatura
Bueno	B
Defectuoso	D
No aplica	N/A

Clasificación		
(A) Mayor: La acción correctiva deberá ser tomada de inmediato y antes de las 24 horas.	(B) Serio: La acción correctiva deberá ser completada antes de 72 horas.	(C) Menor: La acción correctiva deberá ser completada antes de dos semanas.

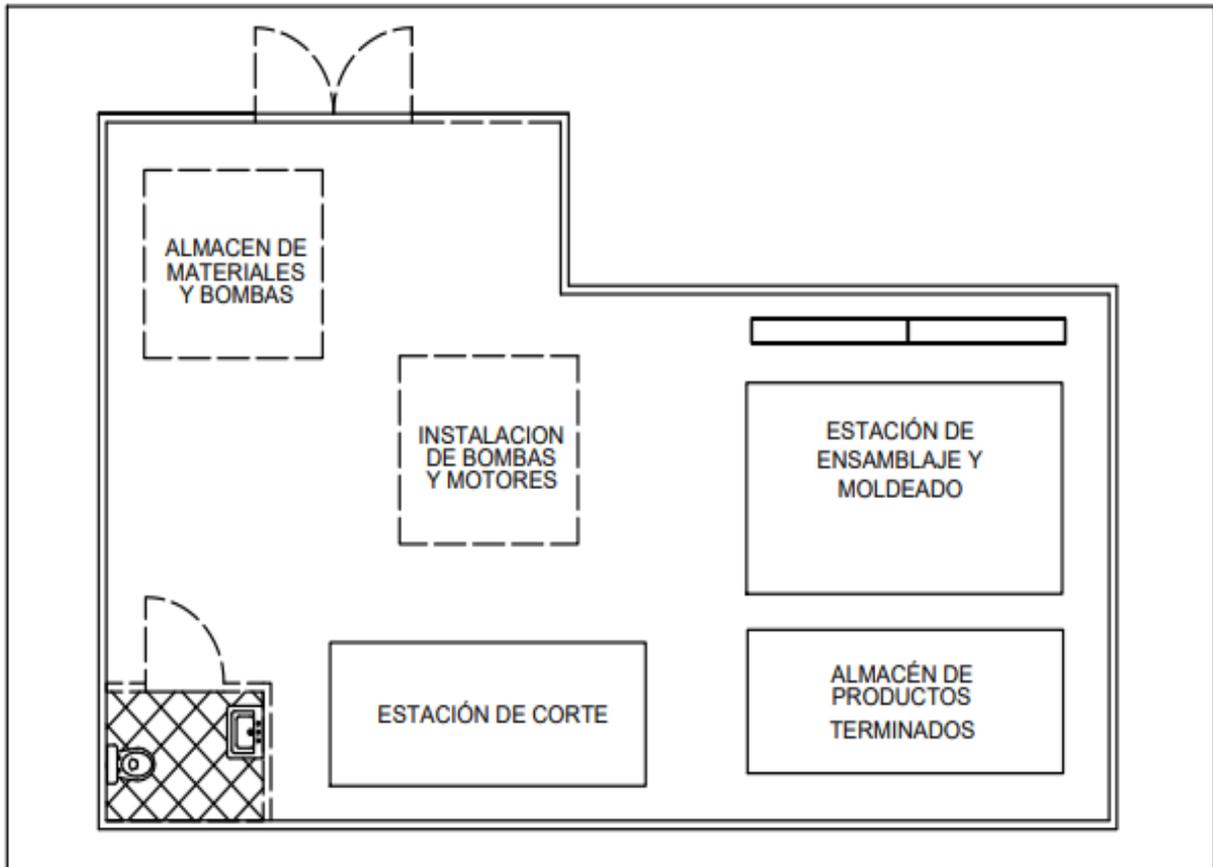
ITEM	Herramienta	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	Clasificación			
																	A	B	C	
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
Resultado de la inspección																				
Descripción de la causa ante resultados desfavorables de la inspección																				
Conclusiones y recomendaciones																				
RESPONSABLE DEL REGISTRO																				
NOMBRE										FECHA										
CARGO										FIRMA										

Fuente: Elaboración Propia

b) **Orden:**

Para esta etapa es fundamental contar con la correcta clasificación y distribución de espacios, por lo cual en principio se evaluó el layout inicial de la empresa, para poder verificar los cambios que se requieren en la disposición de áreas.

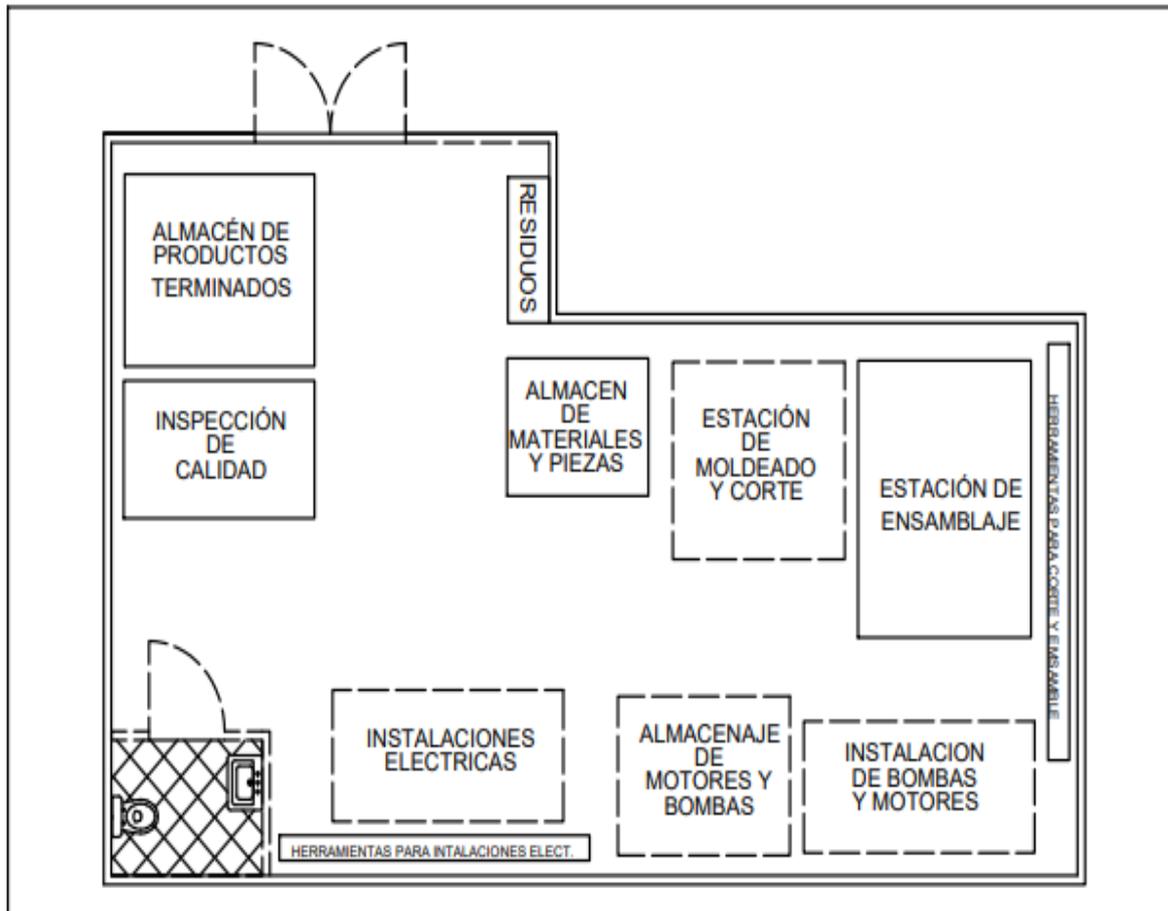
*Imagen 6 LAYOUT inicial de empresa*



Fuente: Elaboración Propia

A partir de esto, se realiza una nueva distribución, teniendo en cuenta las actividades a realizar, y así mismo los materiales, herramientas y equipos requeridos en cada espacio, obteniendo así el siguiente Layout:

*Imagen 7 Propuesta de distribución (LAYOUT propuesto)*



Fuente: Elaboración Propia

Adicional a esto, en el orden de herramientas, equipos y materiales se plantea el etiquetado de verificación, en la cual se pueda comprobar fechas de inspecciones, datos específicos del equipo, área en la que se localiza, y las observaciones que pueda tener la herramienta, equipo o material a utilizar.

*Imagen 8 Formato de Etiqueta de verificación*

EQUIPO/HERRAMIENTA/MATERIAL VERIFICADO	
FECHA DE VERIFICACIÓN :	
EQUIPO/HERRAMIENTA/MATERIAL VERIFICADO:	
MARCA:	
SERIE:	
MODELO:	
AREA EN LA QUE SE LOCALIZA:	
FECHA DE PROXIMA VERIFICACIÓN:	
RESPONSABLE DE VERIFICACIÓN:	
OBSERVACIONES:	

Fuente: Elaboración Propia

**c) Limpieza:**

Para la implementación del aspecto de limpieza, es necesario plantear en los colaboradores la filosofía de ayuda cooperativa en el momento del desarrollo y finalización de actividades, por lo cual se delegan responsabilidades para la limpieza, definiendo las fechas y responsables a desarrollarla de acuerdo a la programación de actividades, teniendo en cuenta que, a menor carga laboral en cuanto a producción, se podrá delegar mayor responsabilidad sobre la limpieza. Para poder tener un control sobre

el cumplimiento de esta responsabilidad se implementa un checklist de verificación, presentado de la siguiente manera:

*Imagen 9 Formato de Checklist de verificación de limpieza en área de trabajo*

LIMPIEZA EN AREA DE TRABAJO				
ITEM	REQUERIMIENTO	VERIFICACIÓN		OBSERVACION
		C	NC	
1	Limpieza de herramientas antes de ser guardadas			
2	Limpieza e inspección de maquinaria utilizada durante ese turno			
3	Guardar adecuadamente los objetos del area de trabajo			
4	Barrer la zona de trabajo			
5	Apagar o desenchufar las herramientas eléctricas			
6	Revisar visualmente que todo está en su lugar			
<b>RESPONSABLE:</b>				
<b>FECHA DE VERIFICACION:</b>				
<b>OBSERVACION:</b>				

Fuente: Elaboración Propia

#### **d) Estandarización:**

Para que las etapas anteriores logren cumplirse en su totalidad es necesario definir parámetros que controlen su estandarización, por lo cual se implementan procedimientos de trabajo y estándares que brinden los pasos a seguir para un correcto desarrollo:

- Est-001- Inspección de Herramientas y equipos

*Imagen 10 Est-001- Inspección de Herramientas y equipos*

### **Est-001- Inspección de Herramientas y equipos**

#### **1. OBJETIVO(S)**

Establecer los estándares para la inspección, registro e identificación periódica de herramientas y equipos usados dentro del proceso productivo, con el fin de brindar seguridad al momento de su uso.

#### **2. DESCRIPCION**

- Las inspecciones tanto diarias como planeadas se realizarán de acuerdo a las Listas de Verificación desarrolladas. (Anexo1)
- Los equipos defectuosos deben ser identificados con una cinta de color amarillo, y se deben tomar las medidas adecuadas para repararla o reemplazarla.
- Las herramientas defectuosas deben ser separadas y colocadas en un lugar identificado para su reparación o reemplazo, así mismo debe contar con la tarjeta de identificación que indique los defectos que presenten y las medidas a desarrollar
- Cada herramienta utilizada en el proceso de producción, debe contar con la certificación y verificación de características al llegar a planta
- Si durante la inspección se identifica alguna condición o situación de riesgo que no contemplen medidas de control, el equipo puede paralizar la actividad involucrada.
- Se debe etiquetar o marcar las herramientas de acuerdo al código de colores establecido
- Frecuencia de inspección: Las inspecciones de los equipos, herramientas e instalaciones se realizan con la siguiente frecuencia: diaria, semanal y trimestral, de acuerdo a la necesidad y categorización de herramientas. Para esta definición se realizará un programa de inspección mensual, teniendo en cuenta los días laborables y actividades programadas durante este mes
- El Supervisor o la persona que él delegue, realizará inspecciones diarias al inicio o cerca del inicio de cada turno y frente de trabajo. Estas inspecciones estarán enfocadas en la revisión general de identificación de herramientas y levantamiento de observaciones realizadas.
- Se realizará el seguimiento de los planes de acción resultante de las mismas en forma oportuna y dentro de los plazos establecidos

Fuente: Elaboración Propia

- Est-002- Eliminación de desechos

*Imagen 11 Est-002- Eliminación de desechos*

## **Est-002- Eliminación de desechos**

**1. OBJETIVO**

Garantizar el adecuado manejo de residuos generados para evitar o minimizar riesgos y daños a los trabajadores y medio ambiente

**2. ESPECIFICACIONES DEL ESTÁNDAR**

**Planificación y diseño**

- Las instalaciones deben incluir la identificación de lugares apropiados para la eliminación de residuos, con la correcta diferenciación de recipientes correctamente señalizados.
- Evaluar el uso y el riesgo de los residuos, especificar zonas de desecho que sean menos perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana.
- Los contenedores donde se almacenen los residuos deberán estar debidamente rotulados, considerando para ello las especificaciones establecidas. El rotulado deberá ser visible para identificar plenamente el tipo de residuo y de esta manera facilitar la clasificación de los mismos, para su manejo, transporte y disposición final.
- La segregación de los residuos se realizará de acuerdo a su composición, origen y destino final. Esta actividad es realizada en el lugar donde se genera el desecho. Así mismo se realizará en los contenedores que correspondan de acuerdo a la clasificación de colores:
  - a) Color rojo: residuos peligrosos
  - b) Color marrón: residuos orgánicos
  - c) Color verde: vidrios
  - d) Color azul: Papel
  - e) Color amarillo: plástico
  - f) Color gris: otros residuos

Fuente: Elaboración Propia

- Est-003- Limpieza de áreas de trabajo

*Imagen 12 Est-003- Limpieza de áreas de trabajo*

## **Est-003- Limpieza de áreas de trabajo**

**1. OBJETIVO(S)**

Generar hábitos de orden y limpieza en todo el personal de todas las dependencias de la empresa. Evitar posibles accidentes manteniendo un orden en todas las áreas.

**2. DESCRIPCION**

- Todo el personal debe mantener limpia y ordenada en forma permanente su área de trabajo. Deberán disponer todo residuo generado en los recipientes destinados para tal fin.
- Al finalizar la jornada, el personal ordenará y guardará todas sus herramientas y equipos. Una persona responsable de este turno se encargará de la verificación del orden de herramientas y equipos antes de retirarse del área.
- Los materiales e insumos sobrantes deberán ser devueltos al almacén
- Los servicios higiénicos deben mantenerse limpios en todo momento y usados adecuadamente.
- Para la correcta verificación de limpieza del área de trabajo, se utilizará el Formato de “Checklist de verificación de limpieza en área de trabajo”, con el fin de registrar la documentación requerida para el cumplimiento de programación.
- Se designará un responsable de acuerdo a la carga laboral para realizar una limpieza general de las zonas comunes, el cual deberá verificar que los trabajadores cumplan con el presente estándar.

Fuente: Elaboración Propia

**e) Disciplina:**

Como parte de la implementación se debe diseñar y ejecutar procesos de formación para la capacitación del personal en el uso y entendimiento de las herramientas planteadas. Así mismo se requiere la verificación del cumplimiento de la metodología planteada, por lo cual, se propone la programación de auditorías de manera trimestral para su control y posibles mejoras.

**3.2.2. Evaluación económica de la Propuesta de Mejora del Proceso de: 5S**

**A. Costo de implementación:**

*Tabla 3 Costos de implementación de 5S (Anual)*

<b>Descripción</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Cantidad requerida</b>	<b>Costo total</b>
Cintas de inspección	3.00	9	27
Programa de inventarios	30	12	360
Estante para almacén de Herramientas	600	1	600
Formateria	0.2	1000	200
Etiquetas	0.5	50	25
Útiles de limpieza	100	1	100
Recipientes para eliminación de desechos	30	6	180
<b>TOTAL</b>			<b>1492</b>

## **B. Beneficios económicos:**

1. Seiri (Clasificación): La eliminación de elementos innecesarios puede reducir el tiempo de búsqueda de objetos y la necesidad de espacios de almacenamiento, lo cual puede generar ahorros en los costos de producción y en el espacio de la empresa.
2. Seiton (Organización): La organización de los elementos puede reducir el tiempo de búsqueda y de preparación de los recursos necesarios para la producción, lo cual puede mejorar la eficiencia y la productividad de la empresa.
3. Seiso (Limpieza): La limpieza y el orden pueden reducir los accidentes laborales y mejorar la salud y seguridad de los trabajadores, lo cual puede reducir los costos por accidentes laborales y enfermedades.

### **3.2. Diseño de la Propuesta de Mejora del Proceso: TPM**

#### **3.2.1. Desarrollo de Propuesta por Etapas TPM**

La propuesta a desarrollar para la empresa metal mecánica comienza con la necesidad de un crecimiento rentable y mejoramiento del producto, reduciendo las pérdidas durante los procesos de producción y mantenimiento, surgiendo la necesidad de implementar el TPM.

La estrategia a emplearse está basada en el mantenimiento autónomo y preventivo, que se iniciará en el área de producción, centrándonos en una correcta manipulación de las máquinas y un ajuste adecuado de las mismas, enfocándonos en las principales actividades como limpieza, lubricación y ajuste de tuercas, con la finalidad de prevenir y evitar el deterioro del sistema productivo, o paros improvisados, garantizando las condiciones básicas del equipo, esta primera labor de mantenimiento lleva por nombre mantenimiento autónomo.

Para iniciar con la implementación de la estrategia del mantenimiento autónomo, es importante reunir al equipo de operadores del proceso de producción del sistema refrigerante. En dicha reunión se hace la presentación de los pasos para la implementación del mantenimiento autónomo, los cuales se dividirán en:

- Planificación de acciones preventivas.
- Capacitaciones a los operarios.
- Inspección general de las maquinas
- Control de calidad autónoma de los mismos operarios, (Realización de limpieza, lubricación y ajustes).

Dentro de las acciones preventivas, se tendrán en cuenta la capacitación de los operarios, estas están divididas en seis actividades: Conocimiento de las máquinas, esta se refiere el estudio de los manuales de cada máquina, ya que ahí podremos encontrar la vida útil , cambios de aceite y cantidades exactas para el mantenimiento de estas, luego estos deberán seguir las indicaciones de los mapas de procesos sobre cómo se debe usar la máquina, además de aprender a identificar las fallas que las maquinas tengan, si es necesario realizar un mantenimiento autónomo, preventivo o correctivo , seguir las guías de la limpieza externa que tienen las máquinas, evitando el desgaste o fallas de esta, aprender de los manuales de la correcta instalación de refrigeración y finalmente tener siempre el correcto uso del EPP.

Imagen 13 Cronograma de capacitación

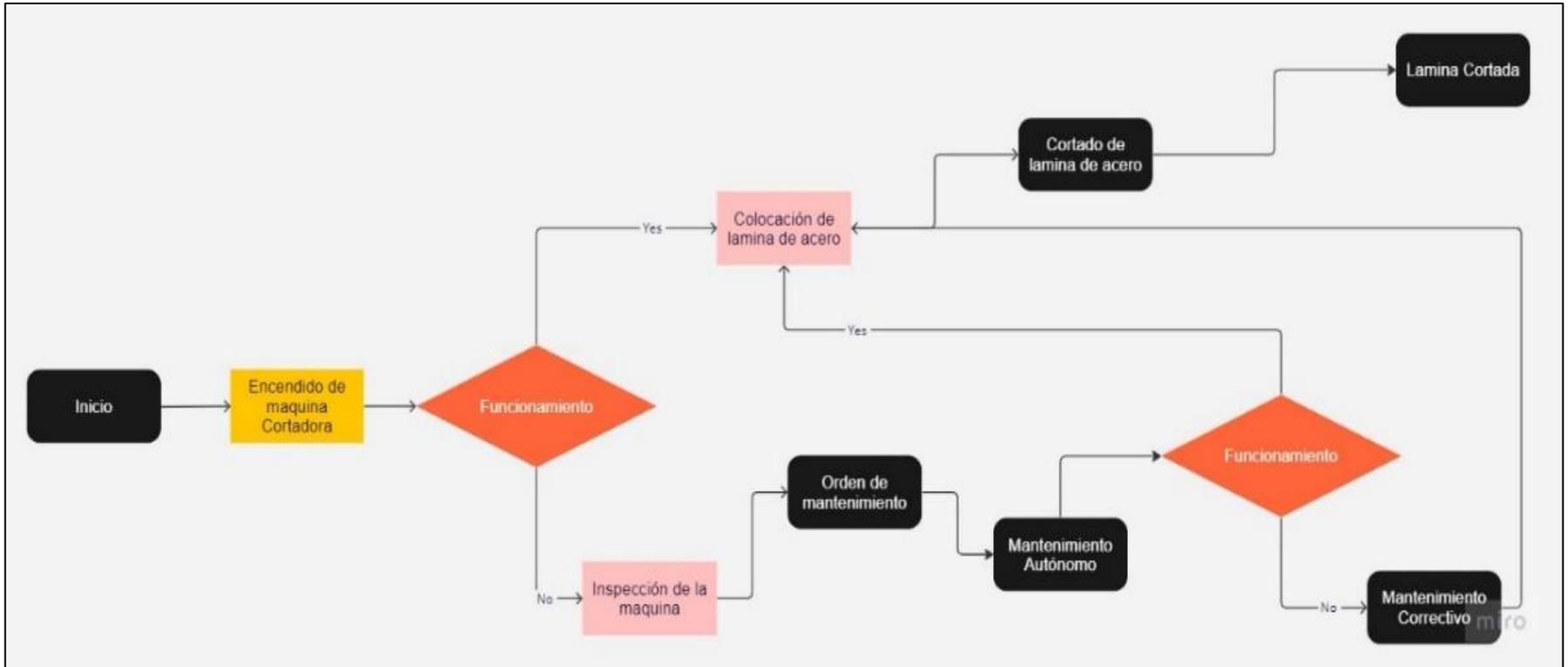
Cronograma de capacitación								
Actividad	Junio				Julio			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Conocimiento de las máquinas, estudio de los manuales.		P				P		
2. Indicaciones sobre el uso de máquinas		P				P		
3. Identificación de fallas			P				P	
4. Sistema de limpieza externa			P				P	
5. Correcta instalación de refrigeración, de acuerdo con el manual.				P				P
6. Uso de EPPS				P				P

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al conocimiento sobre el uso de máquinas fue necesario el conocer el correcto orden de funcionamiento de cada una de ellas, para lo cual se desarrolló mapas de proceso referente al uso de la maquinaria, con el fin de establecer parámetros que serán explicados al personal responsable.

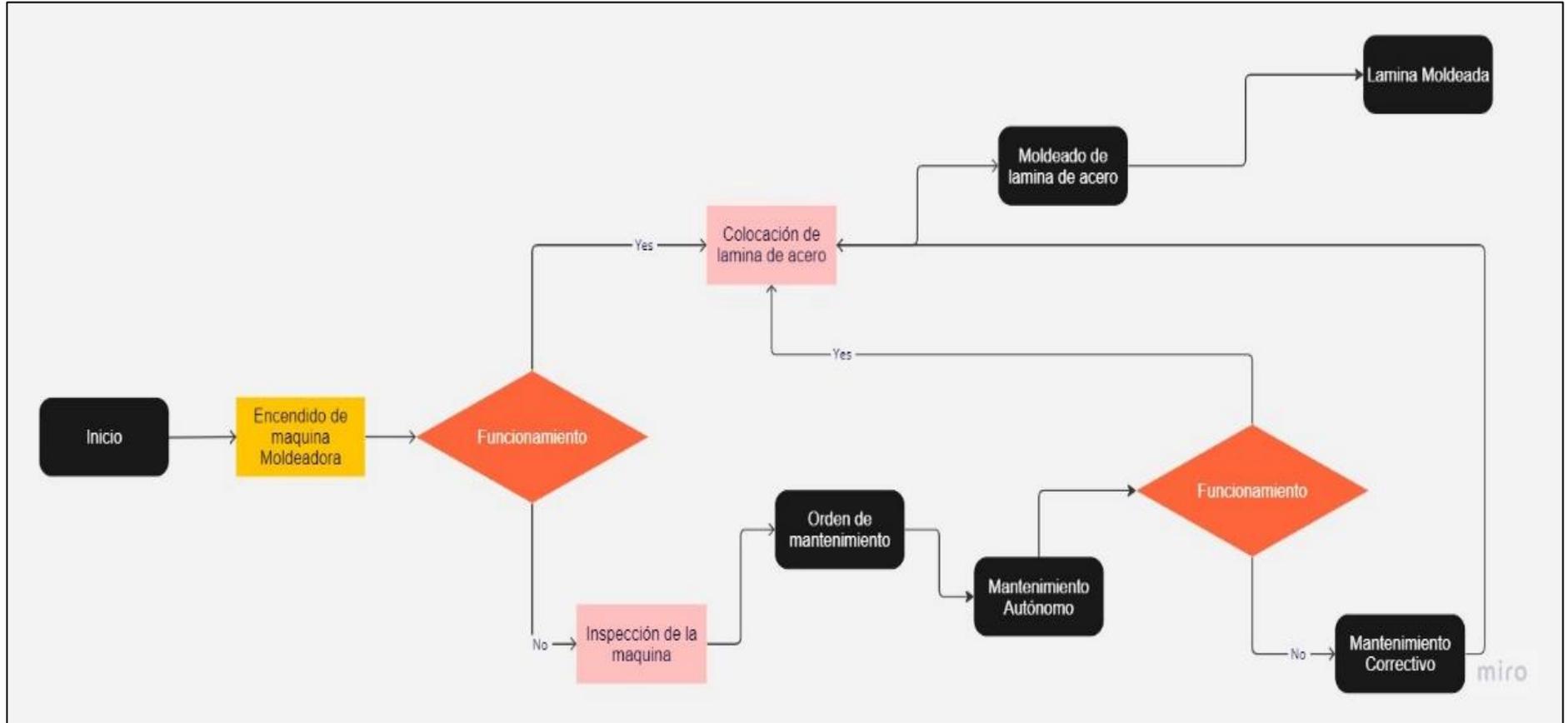
**Mapas de procesos del uso de las máquinas.**

*Imagen 14 Mapa de proceso de uso de Cortadora*



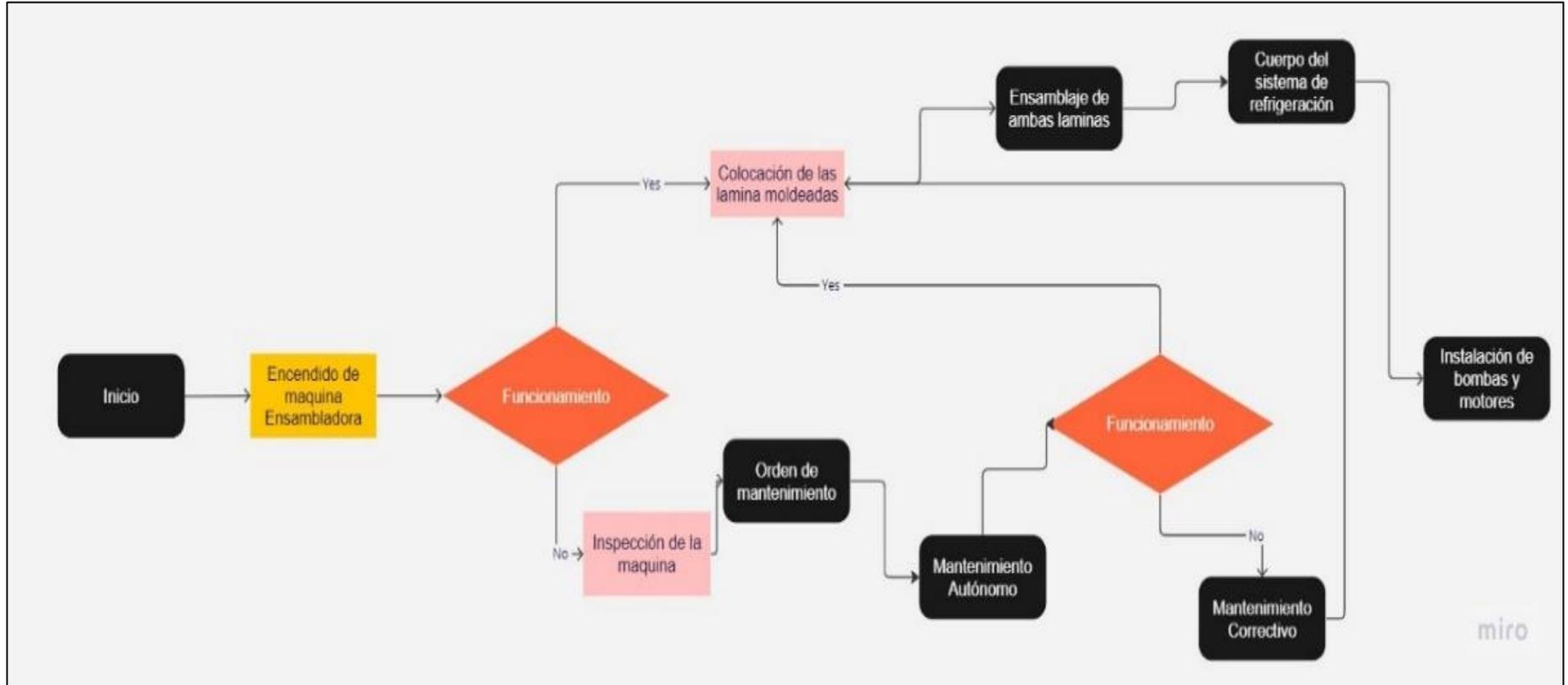
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 15 Mapa de proceso de uso de Moldeadora



Fuente: Elaboración propia.

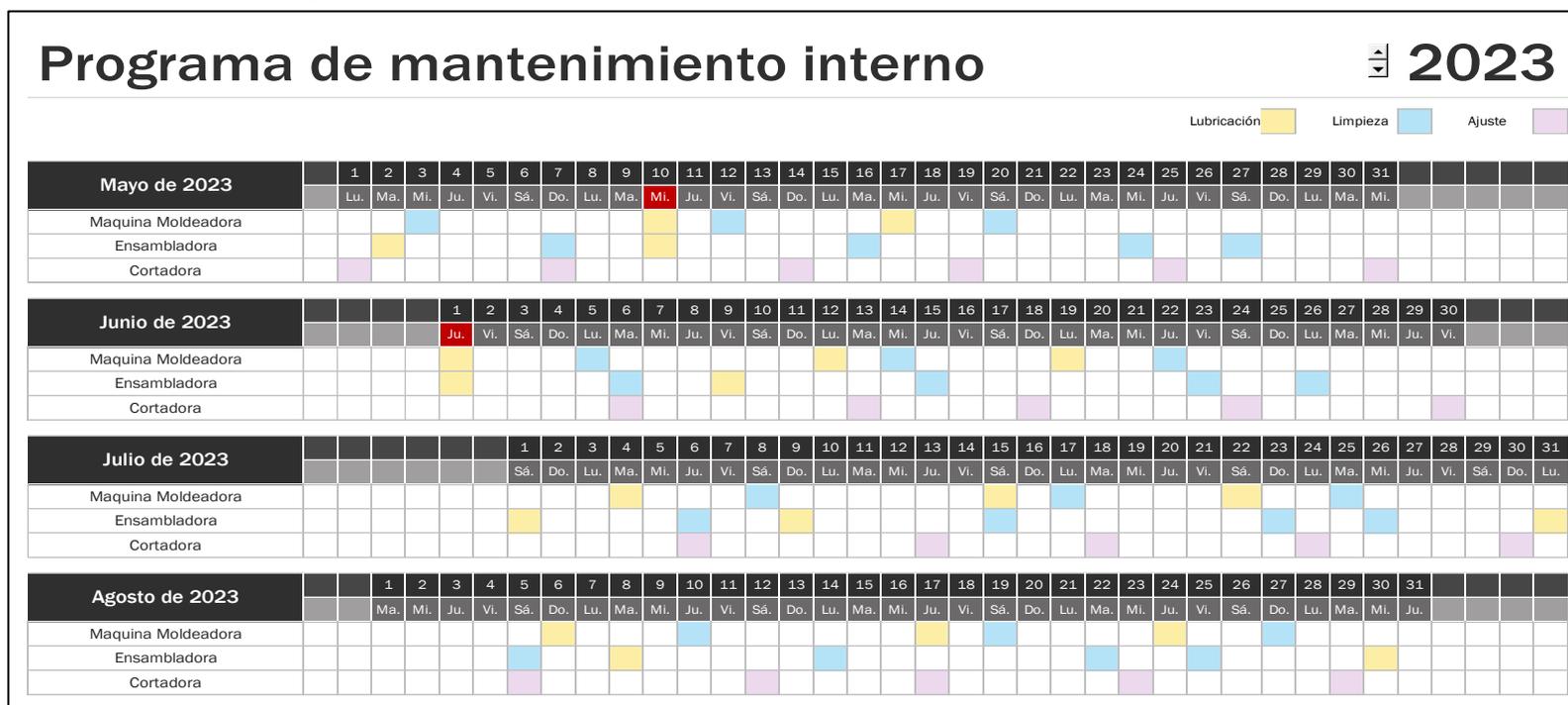
Imagen 16 Mapa de proceso de uso de Ensambladora



Fuente: Elaboración propia.

Para el desarrollo del mantenimiento autónomo se requiere contar con un programa que fije las fechas de desarrollo de las etapas de mantenimiento de maquinaria, así mismo, se deberá cumplir con el cronograma de las actividades específicas que tendrá que cumplir de forma diaria, semanal ,mensual, trimestral o semestral, por otro lado se deberá llenar una serie de formatos, asegurando el correcto procedimiento para proteger la vida útil de la maquinaria y evitando deficiencias al momento de producir un sistema de refrigeración.

Imagen 17 Programa de Mantenimiento interno



Fuente: Elaboración propia

Imagen 18 Cronograma de instrucciones de trabajo para mantenimiento autónomo

Cronograma de instrucciones de trabajo para mantenimiento autónomo										
Revisado por:		Jefe de planta (área de producción).								
Fecha:		Firma del cumplimiento de revisión:								
N°	Máquina:	Actividad / punto de mantenimiento	Trabajador	Diaría:	Semanal:	Mensual:	Trimestral:			Cada 6 meses:
				Estado de máquina Apagado/Operativa	Tiempo asignado (minutos)	Diaría	Semanal	Mensual	Trimestral	Cada 6 meses
1		Limpieza e inspección de estado físico de la estructura soporte de máquina								
2		Limpieza e inspección de estado físico de mesa de trabajo								
3		Limpieza, inspección y lubricación de accionamientos mecánicos								
4		Limpieza de rotor y estator de motor eléctrico								
5		Limpieza con solución líquida el ventilador de motor eléctrico								
6		Lubricación general de máquina								
7		Lubricación de mecanismo de transmisión								
8		Inspección o relleno de carter de lubricante								
9		Reemplazo de focos (iluminación)								
10		Inspección de interruptores de tablero eléctrico								
11		Inspección de cableado de tablero eléctrico								
12		Inspección física de bornera de motor eléctrico								
13		Inspección física de ventilador de motor eléctrico								
14		Inspección de condición física de rotor y estator de motor eléctrico								
15		Inspección de estado físico de cableado del circuito eléctrico interior máquina								
16		Inspección o relleno de carter de lubricante								
17		Ajuste de regulador de puntadas								
18		Ajuste de mecanismos de cuchilla								
19		Ajuste de soporte pistón de puerta de salida								
20		Ajuste de soporte pistón de puerta de ingreso								

Fuente: Elaboración propia

Dentro de los formatos requeridos, encontramos el llenado de la hoja de inspección general de máquina, que evaluara, los componentes, partes, piezas y estado exterior de la máquina describiendo si es que todo se encuentra en buen estado o si la maquina presenta alguna anomalía interior o exterior, este formato será indispensable para poder continuar con el llenado de la solicitud de mantenimiento, ya que de acuerdo con la inspección se medirá la necesidad de mantenimiento de dicha máquina.

*Imagen 19 Formato de inspección general de máquina*

<b>Inspección general de maquina</b>			
<b>Máquina:</b>			
<b>Línea de</b>			
<b>Elaborado por:</b>		<b>Firma:</b>	
<b>Revisado por:</b>		<b>Firma:</b>	
<b>Ítem</b>	<b>Mal funcionamiento de componentes, elementos y</b>		<b>Estado del exterior</b>
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Fuente: Elaboración propia

*Imagen 20 Formato de solicitud del mantenimiento*

<b>Solicitud del mantenimiento</b>	
<b>Máquina:</b>	
<b>Fecha y turno:</b>	
<b>Datos del solicitante.</b>	
Nombre:	
Cargo:	
Área:	
Firma del solicitante:	
Revisado por:	
Firma de revisión de formato:	
Mantenimiento recomendado:	
<b>Tipo de falla</b>	<b>Descripción de la falla o el equipo</b>

Fuente: Elaboración propia.

Al generar la solicitud de mantenimiento, se desarrolla la detección de fallas, para lo cual se plantea el uso del formato que permita la determinación del estado de cada parte del producto, así como también el determinar las posibles causas y soluciones ante estos desperfectos, para así poder generar acciones de mejora en las que los mismos trabajadores se encuentren involucrados.

Imagen 21 Formato de detección de fallas

DETECCIÓN DE FALLAS					
Registro / Mes	MAQUINA	FECHA			TURNO
Nombre del trabajador		FIRMA DEL TRABAJADOR			
DESCRIPCION	POSIBLE FALLA	EVALUACIÓN			COMENTARIOS
		ESTADO			
		B	R	M	
Engranaje					
Conexiones eléctricas					
Bomba de refrigeración					
Líquido refrigerante					
Motor					
Refrigerante					
Termostato					
Lubricación de rodamientos					
Nivel de aceite en los sistemas					
Medición y corte de laminas					
Panel frontal					
Tamaño de los circuitos (amperios)					
Compresor					
Presión de condensación.					
<b>Posibles fallas</b>					
Desgaste del engranaje					Bajo nivel de aceite en los sistemas
Conexiones eléctricas inadecuadas.					Mala medición y corte de laminas
Bomba de refrigeración roto					Goteo de agua desde el panel frontal.
Pérdida de líquido refrigerante					Problemas con el tamaño de los circuitos (amperios)
El motor se calienta excesivamente					Baja presión de condensación.
motor no se calienta lo suficiente					Lubricación de rodamientos (aceite sucio)
Sobrecarga de refrigerante o aceite.					
<b>Posibles soluciones</b>					
Ajuste de piezas o cambio de piezas					
Revisión del sistema eléctrico					
Cambio de bomba de refrigeración					
Cambio de aceite, mantenimiento autónomo.					
Medición de aceite dentro de los parámetros					
Ajuste o cambio de cuchillas en la máquina cortadora.					
<b>RESULTADO DE LA INSPECCIÓN</b>					
<b>DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA ANTE RESULTADOS DESFAVORABLES DE LA INSPECCIÓN</b>					
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>					

Fuente: Elaboración propia

Continuando con el procedimiento de mantenimiento autónomo, que estará a cargo de todo el personal que se encuentre en el área de producción, este se dividirá en tres actividades principales, para el buen funcionamiento de la máquina, estas son: limpieza, lubricación y ajustes, además de describir la situación final de la máquina, para que el próximo operador tenga en cuenta la situación en la que utiliza el equipo. Teniendo presente que cada maquina cuenta con un manual, que dentro de ellos se establecen los tiempos de cambio de aceite para poder lubricar motor, engranajes, cadena transmisión y anillos.

*Imagen 22 Formato de mantenimiento autónomo para la máquina cortadora.*

<b>Mantenimiento Autónomo de la Maquina Cortadora.</b>	
<b>Fecha:</b>	
<b>Producto:</b>	
<b>Operario:</b>	
<b>Tiempo:</b>	
<b>Limpieza</b>	
<b>Realizado por:</b>	
<b>Firma:</b>	
<b>Descripción:</b>	
<b>Observación:</b>	
<b>Lubricación</b>	
<b>Realizado por:</b>	
<b>Firma:</b>	
<b>Descripción:</b>	
<b>Observación:</b>	
<b>Ajustes</b>	
<b>Realizado por:</b>	
<b>Descripción:</b>	
<b>Observación:</b>	
<b>Descripción de la maquina</b>	
<b>Estado:</b>	
<b>Descripción de la maquina:</b>	
<b>Observación:</b>	
<b>Firma del responsable de supervisión:</b>	
<b>Firma del responsable del turno:</b>	

Fuente: Elaboración propia.

*Imagen 23 Formato de mantenimiento autónomo para la máquina moldeadora.*

<b>Mantenimiento Autónomo de la Máquina Moldeadora.</b>	
<b>Fecha:</b>	
<b>Producto:</b>	
<b>Operario:</b>	
<b>Tiempo:</b>	
<b>Limpieza</b>	
<b>Realizado por:</b>	
<b>Firma:</b>	
<b>Descripción:</b>	
<b>Observación:</b>	
<b>Lubricación</b>	
<b>Realizado por:</b>	
<b>Firma:</b>	
<b>Descripción:</b>	
<b>Observación:</b>	
<b>Ajustes</b>	
<b>Realizado por:</b>	
<b>Descripción:</b>	
<b>Observación:</b>	
<b>Descripción de la máquina</b>	
<b>Estado:</b>	

Fuente: Elaboración propia

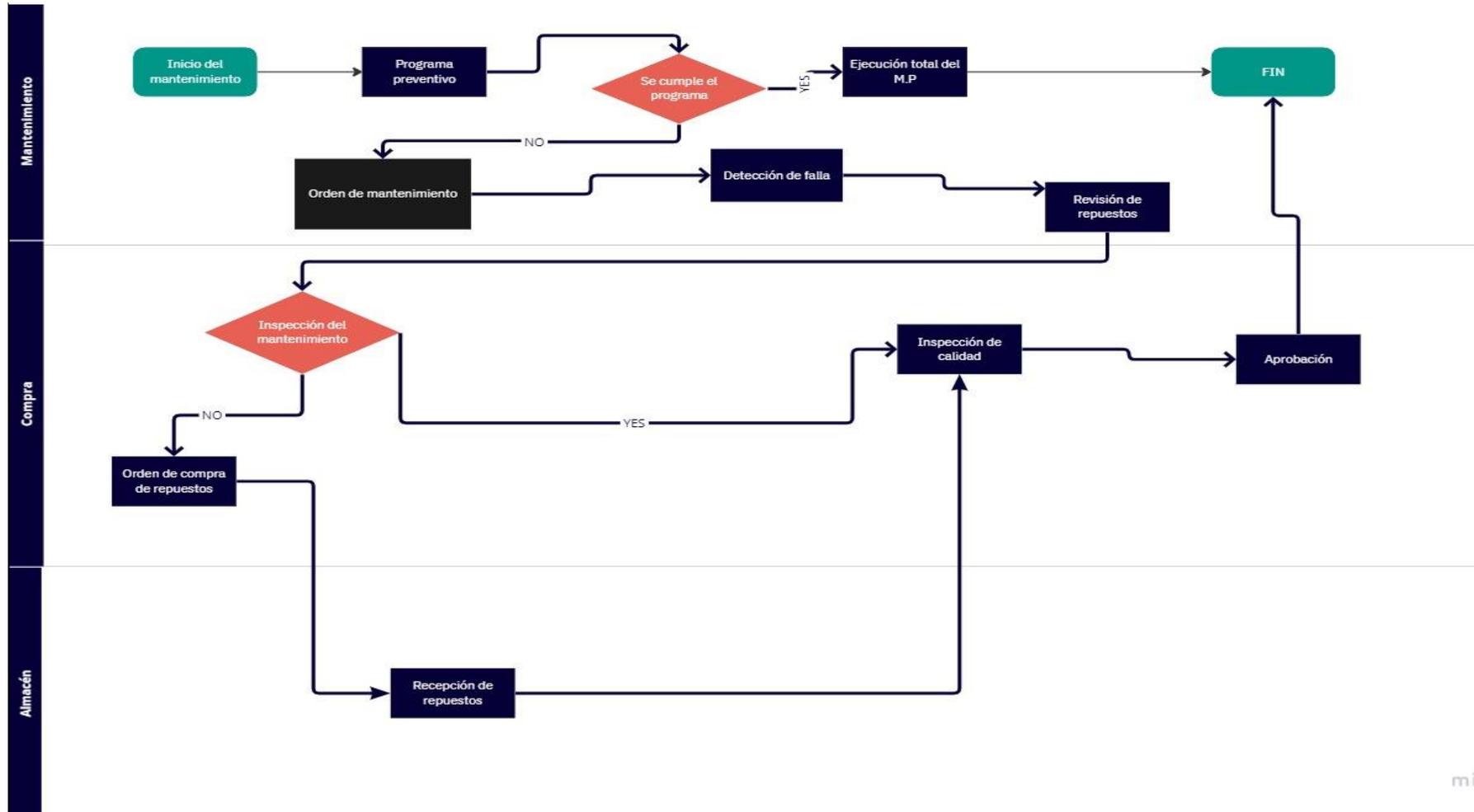
*Imagen 24 Formato de mantenimiento autónomo para la máquina ensambladora*

<b>Mantenimiento Autónomo de la Máquina Ensambladora.</b>	
<b>Fecha:</b>	
<b>Producto:</b>	
<b>Operario:</b>	
<b>Tiempo:</b>	
<b>Limpieza</b>	
<b>Realizado por:</b>	
<b>Firma:</b>	
<b>Descripción:</b>	
<b>Observación:</b>	
<b>Lubricación</b>	
<b>Realizado por:</b>	
<b>Firma:</b>	
<b>Descripción:</b>	
<b>Observación:</b>	
<b>Ajustes</b>	
<b>Realizado por:</b>	
<b>Descripción:</b>	
<b>Observación:</b>	
<b>Descripción de la máquina</b>	
<b>Estado:</b>	
<b>Descripción de la máquina:</b>	
<b>Observación:</b>	
<b>Firma del responsable de supervisión:</b>	
<b>Firma del responsable del turno:</b>	

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, dentro de la aplicación de TPM, se plantea el desarrollo del mantenimiento preventivo, en el cual se busca generar el cumplimiento de un programa preventivo para la maquinaria, evitando, pérdidas de producción por averías, ajustes y reparaciones fuera del programa, además de posibles defectos de calidad en los productos, repitiendo trabajos. Para ello se analizó los procesos a cumplir mediante diagramas, donde se observa el procedimiento a cumplir con el programa preventivo y que se debería hacer si no se cumplen las expectativas del programa. Además del formato del cronograma por año, establecido en base de los manuales de las maquinas e información de antiguas averías y finalmente el formato de cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo, de acuerdo al seguimiento del cronograma.

Imagen 25 Mapa de procesos del mantenimiento preventivo.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 26 Plan de mantenimiento preventivo propuesto

				PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																															
Máquina	Área	Tiempo	Actividades	Mes1				Mes2				Mes3				Mes4				Mes5				Mes6				Mes7				Mes8				Mes9				Mes10				Mes11				Mes12			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
		9min	Revisar estado de la cabeza y husillo																																																
		12min	Cambio de aceite en los depósitos																																																
		9min	Eliminación de retazos de metal																																																
		9min	Estado de herramientas de corte																																																
		9min	Estado de poleas y engranaje																																																
		5min	Inspección de pintura y sujeciones																																																
		15min	Inspección de válvulas de presión																																																
		10min	Limpiar superficies																																																
		10min	Limpieza de filtros de aspiración																																																
		10min	Limpieza de filtros de lubricación																																																
		10min	Limpieza de las partes externas e internas																																																
		12min	Revisión correctiva de las partes mecánicas																																																
		10min	Revisión de mangueras y otras conexiones																																																
		9min	Verificación del estado del aceite																																																
		12min	Verificación del sistema de refrigerante																																																
		12min	Verificar que no presenten fugas de aceite																																																
		12min	Verificación de cableado e interruptores																																																
		15min	Verificación del motor, ruidos, vibraciones y recalentamiento																																																
Colores de intervalos de tiempo				Diario		Mensual		Trimestral		Semestral		Anual																																							

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 27 Formato del cumplimiento del cronograma del plan preventivo.

Cumplimiento del cronograma del plan preventivo						
Revisado por:						
Firma:						
Máquina	Área	Tiempo para usar	Actividades	Operador	Turno	Firma
		9min	Estado de la cabeza y husillo			
		12min	Cambio de aceite en los depósitos			
		9min	Eliminación de retazos de metal			
		9min	Estado de herramientas de corte			
		9min	Estado de poleas y engranaje			
		5min	inspección de pintura y sujeciones			
		15min	Inspección de válvulas de presión			
		10min	Limpiar superficies			
		10min	Limpieza de filtros de aspiración			
		10min	Limpieza de filtros de lubricación			
		10min	Limpieza de las partes externas e internas			
		12min	Revisión correctiva de las partes mecánicas			
		10min	Revisión de mangueras y otras conexiones			
		9min	Verificación del estado del aceite			
		12min	Verificación del sistema de refrigerante			
		12min	Verificar que no presenten fugas de aceite			
		12min	Verificación de cableado e interruptores			
		15min	Verificación del motor, ruidos, vibraciones y recalentamiento			

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2. Impacto de la Propuesta de Mejora del Proceso de: TPM

#### a. Costos Involucrados en la Implementación Del Programa TPM

*Tabla 4 Costos Involucrados en la Implementación Del Programa TPM*

<b>Concepto</b>	<b>Costo(S/)</b>
Mano de obra indirecta (horas de capacitación al personal (360 hrs.).	1200
Costos Indirectos (impresión de formatos)	50
Materiales (compra de lubricantes, trapos, otros)	80
<b>Total</b>	<b>1330</b>

Los costos involucrados para el desarrollo de la propuesta TPM se dividieron en tres conceptos, la mano de obra indirecta, es decir el personal contratado para capacitar a los operadores del área de producción ,para poder cumplir con los mantenimientos autónomos y preventivos, así como los costos indirectos, donde se imprimirán los formatos presentados para poder llevar una secuencia y orden de los mantenimientos y estados de la máquina, finalmente la compra de materiales a adquirir para poder cumplir con los cronograma de mantenimiento, dentro de los tiempos establecidos.

## **b. Evaluación del Impacto en el factor Tiempo.**

El beneficio de la propuesta para disminuir los defectos se basará en el análisis de los tiempos de las acciones realizadas por la empresa metalmeccánica, en comparación con el tiempo planteado en los programas, autónomo o preventivo. La empresa metalmeccánica, actualmente desarrolla acciones correctivas con la maquinaria, es decir cuando estas fallan se toman las medidas necesarias en busca de la falla , parando el proceso de producción, las acciones estarán descritas en los siguientes diagramas de análisis de proceso de fallas y remplazo de piezas , cuyo tiempo sumado entre las dos actividades es de 225 minutos, es decir 3,75 horas que se usan del tiempo de proceso productivo, mientras que el tiempo de las actividades del mantenimiento autónomo y preventivo se dividirán de forma diaria, semanal y anual, que al sumarse en el diagrama de actividades de procesos suman el mantenimiento autónomo 195 y 190 el mantenimiento preventivo, encontrando que al cumplir con el mantenimiento autónomo, suponiendo que este se desarrolle en una jornada laboral se disminuirá el tiempo en 50 minutos, para poder continuar con el proceso de producción, asimismo con el mantenimiento preventivo la disminución de tiempo será de 59 minutos para el retorno a la actividad de producción.

Imagen 28 Diagrama de actividades a realizar, cuando se presenta una avería o falla.

Diagrama de actividades de presentación de averías y fallas								
N°	Empresa:	Ubicación:					Fecha:	
	Operador:	Actividad						
		Operación: ●						
		Transporte: ➡						
		Control o Inspección: ■						
		Espera o demora: ◐						
	Almacén: ▼							
Firma:	OP	Trp	Ctr	Esp	Alm	Tiempo (min)		
Descripción de actividades	●	➡	■	◐	▼			
1	Limpieza exterior	X					15min	
2	Desmontaje de la maquina	X					25min	
3	Lubricación de piezas	X					25min	
4	Piezas nuevas (rodajes, fajas, cadena de marcha y engranajes)	X					35min	
5	Revisión del motor			X			40min	
6	Ajustes de tornillos y tuercas	X					15min	
Total							155min	

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 29 Diagrama de actividades a realizar cuando se reemplaza la pieza de una máquina.

Diagrama de actividades de Reemplazo de partes de la maquina							
N°	Empresa:	Ubicación:					Fecha:
	Operador:	Actividad					
		Operación: ●					
		Transporte: ➡					
		Control o Inspección: ■					
		Espera o demora: ◐					
Firma:	Almacén: ▼					Tiempo (min)	
Descripción de actividades	OP	Trp	Ctr	Esp	Alm		
1	Cambio de piezas nuevas	X					25min
2	Desmontaje de maquina	X					25min
3	Ajuste de tuercas y tornillos	X					10min
4	Revisión de funcionamiento			X			10min
<b>Total</b>							<b>70min</b>

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 30 Diagrama de análisis de los procesos del mantenimiento autónomo.

Diagrama de análisis de los procesos del mantenimiento autónomo								
N°	Empresa:	Actividad	Ubicación:					Fecha:
	Operador:		Operación: ●					
			Transporte: ➡					
			Control o Inspección: ■					
			Espera o demora: ◐					
			Almacén: ▼					
Firma:	OP	Trp	Ctr	Esp	Alm	Tiempo (min)		
Descripción de actividades		●	➡	■	◐	▼		
1	Limpieza e inspección de estado físico de la estructura soporte de máquina.	X		X			10 min	
2	Limpieza e inspección de estado físico de mesa de trabajo.	X		X			15min	
3	Limpieza, inspección y lubricación de accionamientos mecánicos.	X		X			20min	
4	Limpieza de rotor y estator de motor eléctrico	X					15min	
5	Limpieza con solución líquida el ventilador de motor eléctrico	X					9min	
6	Lubricación general de máquina	X					20min	
7	Lubricación de mecanismo de transmisión	X					9min	
8	Inspección o relleno de carter de lubricante			X			7min	
9	Reemplazo de focos (iluminación)	X					7min	
10	Inspección de interruptores de tablero eléctrico			X			7min	
11	Inspección de cableado de tablero eléctrico			X			7min	
12	Inspección física de bornera de motor eléctrico			X			7min	
13	Inspección física de ventilador de motor eléctrico			X			7min	
14	Inspección de condición física de rotor y estator de motor eléctrico			X			7min	
15	Inspección de estado físico de cableado del circuito eléctrico interior máquina			X			9min	
16	Inspección o relleno de carter de lubricante			X			9min	
17	Ajuste de regulador de puntadas	X					10min	
18	Ajuste de mecanismos de cuchilla	X					7min	
19	Ajuste de soporte pistón de puerta de salida	X					7min	
20	Ajuste de soporte pistón de puerta de ingreso	X					7min	
<b>Total</b>		<b>12</b>		<b>11</b>			<b>195min</b>	

Fuente : Elaboración propia.

Imagen 31 Diagrama de análisis de los procesos del mantenimiento preventivo.

Diagrama de análisis de los procesos del mantenimiento preventivo									
N°	Empresa:	Ubicación:			Fecha:		Tiempo (min)		
	Operador:	Actividad							
		Operación: ●							
		Transporte: ➡							
		Control o Inspección: ■							
		Espera o demora: ◐							
Almacén: ▼									
Firma:	OP	Trp	Ctr	Esp	Alm				
Descripción de actividades		●	➡	■	◐	▼			
1	Revisar estado de la cabeza y husillo			X			9min		
2	Cambio de aceite en los depósitos	X					12min		
3	Eliminación de retazos de metal	X					9min		
4	Revisar estado de herramientas de corte			x			9min		
5	Revisar estado de poleas y engranaje			x			9min		
6	inspección de pintura y sujeciones			X			5min		
7	Inspección de válvulas de presión			X			15min		
8	Limpiar superficies	X					10min		
9	Limpieza de filtros de aspiración	X					10min		
10	Limpieza de filtros de lubricación	X					10min		
11	Limpieza de las partes externas e internas	X					10min		
12	Revisión correctiva de las partes mecánica			x			12min		
13	Revisión de mangueras y otras conexiones			X			10min		
14	Verificación del estado del aceite			X			9min		
15	Verificación del sistema de refrigerante			X			12min		
16	Verificar que no presenten fugas de aceite			X			12min		
17	Verificación de cableado e interruptores			X			12min		
18	Verificación del motor, ruidos, vibraciones			x			15min		
<b>Total</b>		<b>6</b>		<b>12</b>			<b>190min</b>		

Fuente: Elaboración propia.

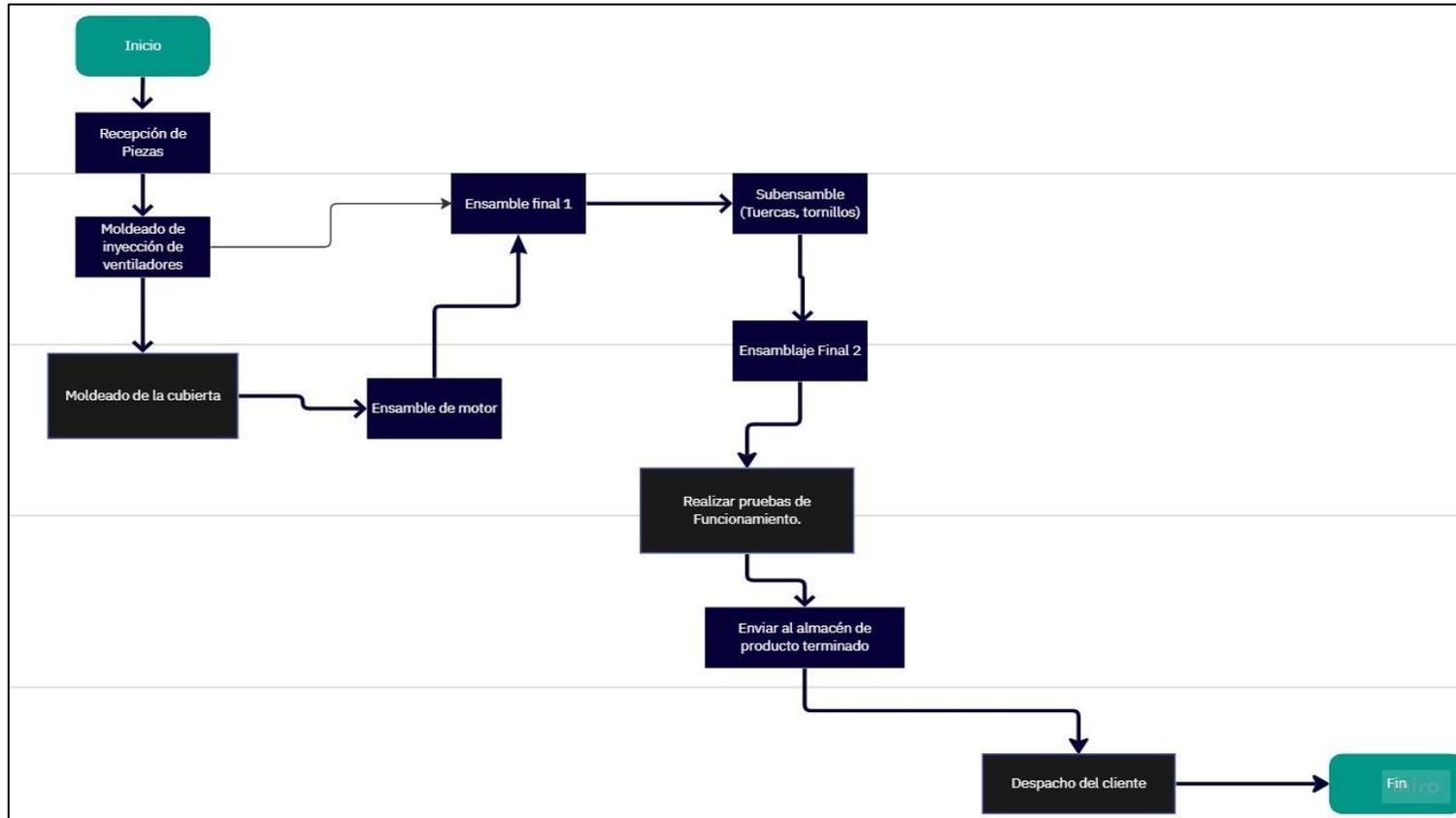
### **3.3. Diseño de la Propuesta de Mejora del Proceso: KANBAN**

#### **3.3.1. Desarrollo de Propuesta por Etapas KANBAN**

Para la obtención de resultados de la metodología Kanban, es necesario poner en práctica las herramientas planteadas anteriormente, las cuales complementan las reglas básicas del desarrollo de la metodología. Inicialmente se requiere el control de inventarios dentro del proceso productivo, para lo cual en el diseño de la propuesta basada en 5S se plantea el uso de un programa de control, en el cual se puedan definir la cantidad de materiales y productos con los que se cuenta, el estado de alerta de requerimientos y la programación de nuevos pedidos. Así mismo, dentro de la Imagen 2, se pudo definir la nueva distribución para el almacenaje y correcta organización del proceso de producción.

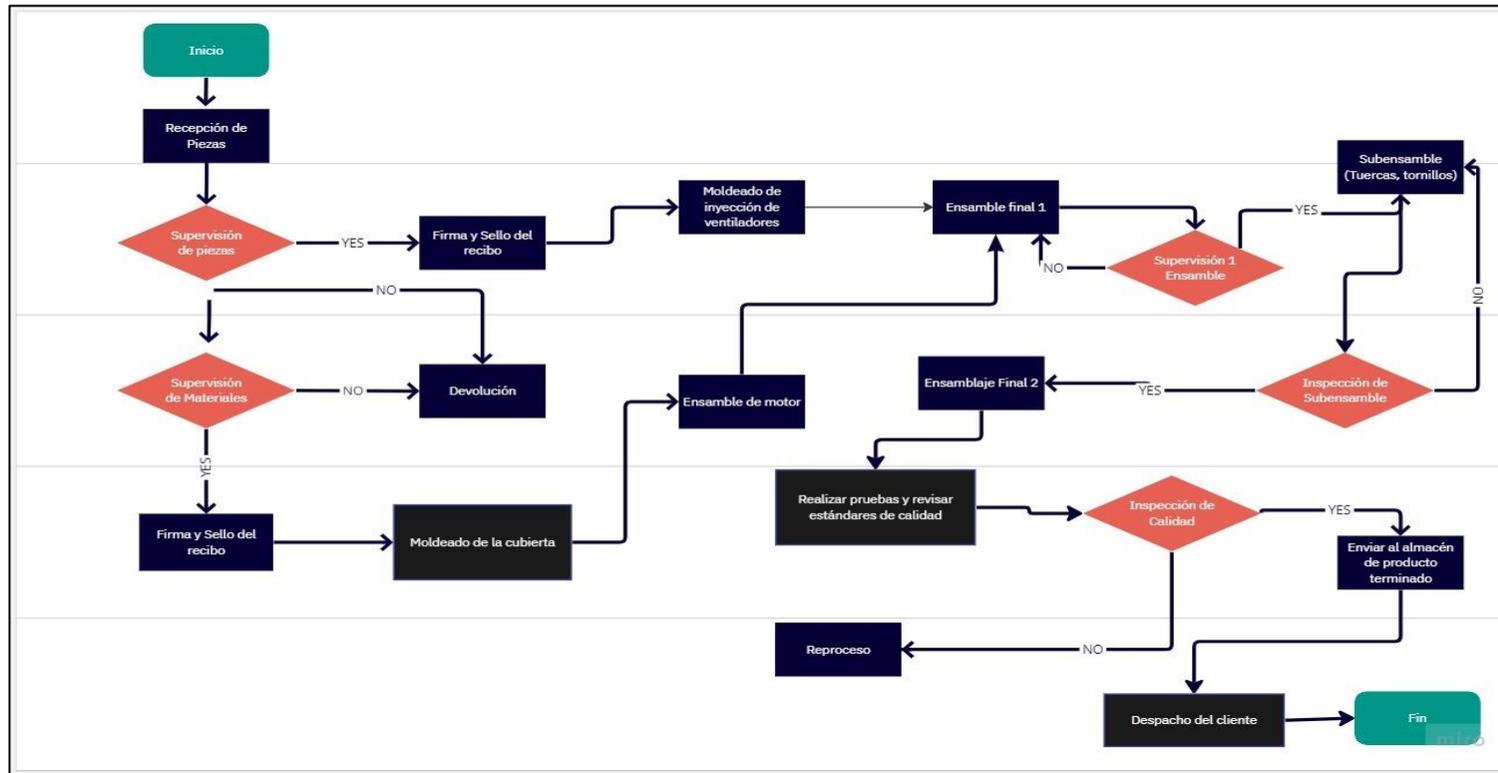
A continuación, se requirió el análisis de las actividades que se realizan dentro del proceso productivo, de lo cual se pudo obtener el planteamiento de un nuevo diagrama de procesos que permita la evaluación de cada etapa que se lleva a cabo para la elaboración del producto final, con el fin de eliminar las deficiencias dentro del proceso.

Imagen 32 Diagrama de procesos inicial



Fuente: Elaboración propia

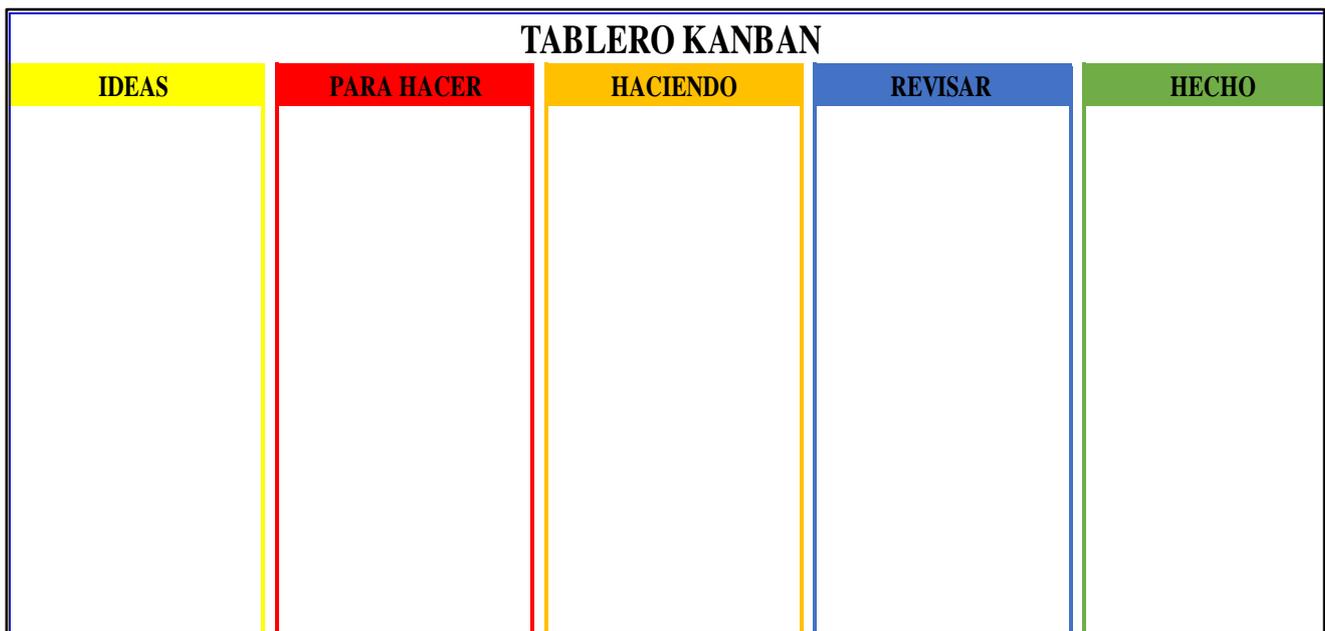
Imagen 33 Diagrama de procesos propuesto



Fuente: Elaboración propia

Adicional a lo desarrollado anteriormente, dentro del diseño de la propuesta se define como punto primordial la comunicación entre procesos y la planificación controlada, para lo cual, se plantea el uso de tableros Kanban que permitan al personal correspondiente conocer las actividades a realizar de acuerdo a la programación y brindar prioridad de acuerdo a las fechas establecidas de entrega. Si bien es cierto que este tablero se encontrara en forma física en el área de trabajo, se plantea también el uso de aplicaciones informáticas que permitan la automatización de procedimientos, entre los cuales se encuentra el envío de alertas al personal correspondiente de acuerdo al estado de actividades, fechas determinadas y definición de responsabilidades, así como el brindar una vista más analítica de la situación actual de actividades.

*Imagen 34 Modelo de tablero Kanban para área de trabajo*



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 35 Tarjeta de seguimiento de actividades

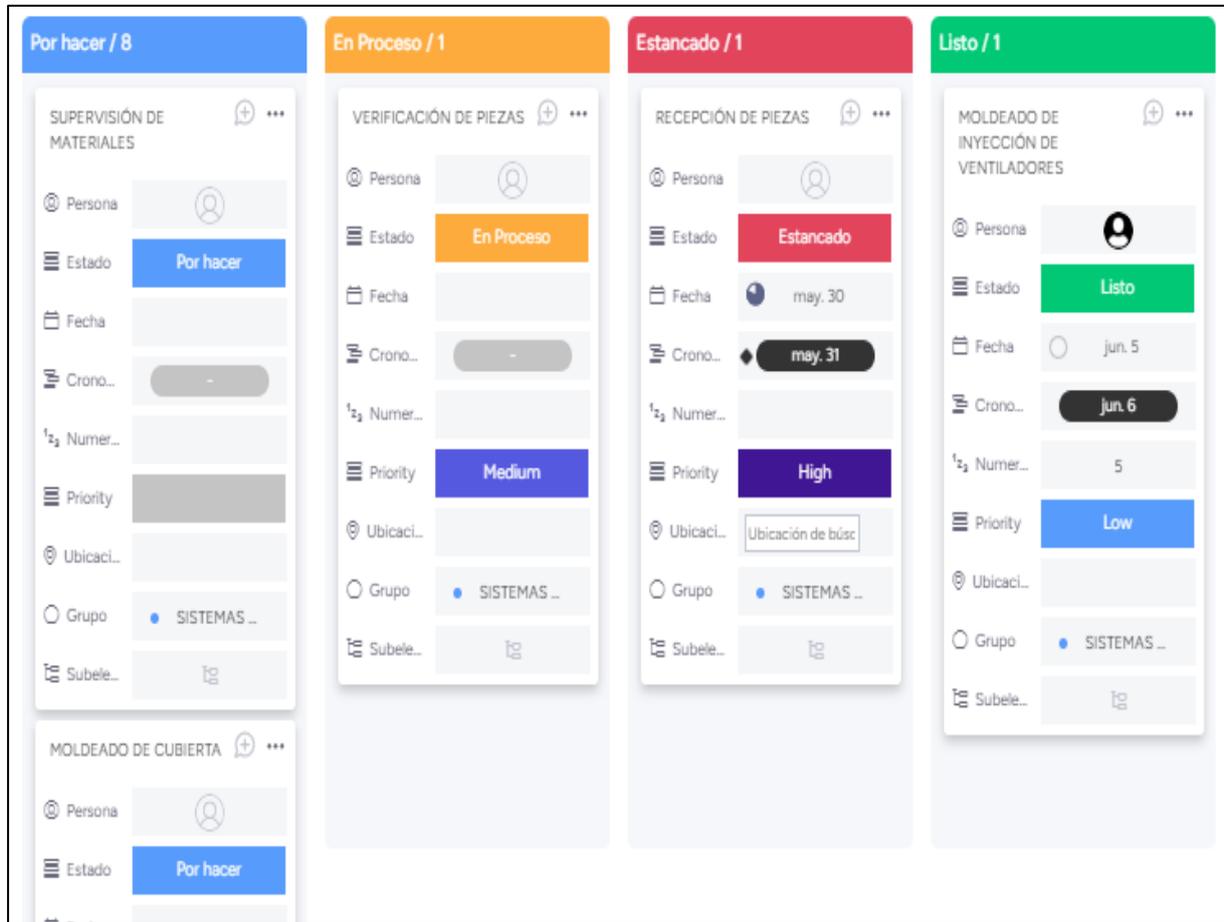
TARJETA DE SEGUIMIENTO	
<b>ACTIVIDAD:</b>	
<b>RESPONSABLE:</b>	
<b>FECHA:</b>	
<b>FECHA DE FIN:</b>	
<b>CANTIDAD:</b>	
<b>ESPECIFICACIONES:</b>	
<b>ESTADO:</b>	
<b>PRIORIDAD:</b>	
<b>AREA:</b>	
<b>OBSERVACIONES:</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Para esta propuesta se evalúan los diferentes programas que brinden el control de actividades, teniendo como resultado que la mejor opción para la empresa, por conceptos de rentabilidad y funcionabilidad es la aplicación informática *Monday*, puesto que nos brinda la opción del registro de actividades con la mayor información posible, brindando así la opción de ingresar datos acerca del personal responsable, estado de actividad, fechas de programación, cronograma de actividades, cantidad requerida de producción, ingreso de archivos, y nivel de prioridad. Adicional a esto, permite la automatización de alertas, actualizaciones, programación y diversas opciones adicionales, lo cual puede beneficiar la

comunicación entre los diferentes trabajadores, y generar la actualización automática de información.

*Imagen 36 Modelo de tablero Kanban virtual*



Fuente: Monday.com Ltd.

Mediante el uso del tablero Kanban en forma digital, se puede brindar la información de manera automática a los colaboradores involucrados en las tareas, designando responsabilidades, plazos de entrega, prioridad y estado de cada tarea

Imagen 37 Tabla de datos virtual

SISTEMAS DE REFRIGERACION								
Elemento	Persona	Estado	Fecha	Cronograma	Numero de pl.	Priority		
ENSAMBLAJE		En Proceso	may. 29	may. 29	2	Critical		
RECEPCIÓN DE PIEZAS		Estancado	may. 30	may. 31	2	High		
VERIFICACIÓN DE PIEZAS		En Proceso	may. 30	may. 30	2	Medium		
MOLDEADO DE INYECCIÓN DE VENTILADORES		Listo	jun. 5	jun. 5 - 6	2	Medium		
SUPERVISIÓN DE MATERIALES		Por hacer	jun. 6	jun. 6	2	Medium		
MOLDEADO DE CUBIERTA		Por hacer	jun. 6	jun. 6	2	Medium		
ENSAMBLE DE MOTOR		Por hacer	jun. 7	jun. 7	2	Medium		
SUBENSAMBLE ( Tuercas y tornillos)		Por hacer	jun. 7	jun. 7	2	Medium		
PRUEBA DE CALIDAD		Por hacer	jun. 7	jun. 7	2	Medium		
ALMACENAJE		Por hacer	jun. 8	jun. 7 - 8	2	Medium		
ENVÍO A CLIENTE FINAL		Por hacer	jun. 8	jun. 7 - 8	2			
+ Agregar elemento								
					22	Total		

Fuente: Monday.com Ltd.

Así mismo, el usar la aplicación informática permite el ingreso de datos de una forma organizada, con fácil acceso y con la oportunidad de poder realizar el análisis estadístico de las mismas tareas a través de la misma plataforma, por lo cual se puede verificar el cumplimiento de metas y tiempos a través de su análisis.

Finalmente, esta propuesta permite la visibilidad por parte de supervisores y jefaturas, con el fin de controlar la productividad de los colaboradores, y así poder generar acciones de mejora en los puntos que puedan ocasionar tiempos perdidos.

### 3.3.2. Evaluación económica de la Propuesta de Mejora del Proceso: KANBAN

#### A. Costo y características de Aplicación propuesta

Imagen 38 Cuadro comparativo de aplicaciones propuestas

APLICACIÓN	MONDAY	TRELLO	CLICKUP	MIRO
PRECIO POR 05 COLABORADORES	\$50 /MES	\$62.5/MES	\$ 60/MES	\$ 80/MES
CARACTERÍSTICAS	Vista de calendario	Vistas: Calendario, Cronograma, Tabla, Panel y Mapa	Inicio de sesión único de Google	Tableros ilimitados para cada equipo y cliente NUEVO
	Acceso para invitados	Vistas del Espacio de trabajo: Tabla y Calendario	Equipos ilimitados	Tableros privados y de equipo.
	Filtros	Ejecuciones ilimitadas de comandos en el Espacio de trabajo	Exportación personalizada	Diagramación avanzada de BPMN, UML, AWS, Google, Azure, Cisco y más
	Integración bidireccional de correo electrónico con Gmail o Outlook	Funciones de administración y seguridad	Uso compartido público avanzado	Conjunto de herramientas para administrar contenido, establecer agendas y facilitar actividades con Miro Activities
	Sincronización de calendarios (Google y Outlook)	Plantillas de nivel de Espacio de trabajo	Automatizaciones Avanzadas	Acceso con Single Sign On (SSO) a través de OKTA, OneLogin, Auth0 y más
	Automatizaciones (250 acciones por mes)	Observadores	Seguimiento de tiempo avanzado	
	Integraciones (250 acciones por mes)	Soporte Priority	Estimaciones de tiempo granulares	

Fuente: Elaboración Propia

Mediante el análisis de la necesidad de la empresa y costos de las aplicaciones propuestas se determinó que la opción más óptima es Monday, puesto que actualmente se requieren puntos específicos de mejora y a un precio accesible.

#### B. Costo de implementación:

Tabla 5 Costos de implementación de Kanban (ANUAL)

Descripción	Costo unitario	Cantidad requerida	Costo total
Programa de inventarios	30	12	360
Tablero físico	600	1	600
Formateria	0.2	1000	200
Etiquetas	0.5	50	25
Aplicación Monday	50	12	600
<b>TOTAL</b>			<b>1785(S/.)</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4. Beneficios del uso de las propuestas de lean manufacturing, para disminuir desperdicios en el proceso de producción y en el producto final.

*Tabla 6 Beneficios del TPM para disminuir desperdicios*

Beneficios	Tipos de desperdicios.
<p>Disminuir el deterioro acelerado o excesivo de los equipos y el desgaste de sus componentes.</p>	<p>Desperdicio de procesamiento</p>
<p>Utilización eficaz de los equipos existentes, evitando la reordenación de los trabajos del departamento de mantenimiento enfocados en la prevención.</p>	<p>Productos defectuosos.</p>
<p>Rediseño de los equipos, para obtener el máximo de rendimiento con el mínimo de mantenimiento</p>	<p>Perdida por espera del lote: se produce cuando las piezas procesadas esperan para la próxima operación hasta que el operador o el equipo estén disponibles.</p>
<p>Llegar alcanzar las condiciones de funcionamiento óptimas.</p>	<p>Sobre procesamiento.</p>

Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 7 Beneficios de las 5S Y Kanban para disminuir desperdicios*

<b>Beneficios</b>	<b>Tipos de desperdicios.</b>
Reducir distancia recorrida para adquirir una herramienta o seguir el proceso	Desperdicio de tiempo
Remover cualquier equipo innecesario del lugar de trabajo	Desperdicio de inventario
Automatización de las tareas rutinarias, aprovechando la línea de producción, mediante el mejor uso de tiempo de los operarios.	Talento desaprovechado

Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Limitaciones

Para el desarrollo de la presente investigación, se evidenciaron algunas limitaciones que dificultaron el análisis de datos. Inicialmente, se contaba con tiempo limitado para poder ingresar a la planta de producción por parte de la empresa en estudio, por lo cual se generaron retrasos en la recolección de datos. Sin embargo, se programó de manera efectiva las visitas a planta y se recopiló la mayor información posible durante este tiempo, así mismo se pudo obtener información relevante de los colaboradores que son partícipes de este proceso de producción.

Independiente de esta limitación, se logró realizar la investigación con éxito, pudiendo así poner en práctica los conocimientos previos acerca de las herramientas de Lean Manufacturing, y así mismo poder comparar nuestros resultados con las investigaciones previas realizadas.

### Interpretación comparativa

Se desarrolló la propuesta de mejora del proceso de producción basada en las herramientas de Lean Manufacturing, que permite disminuir los desperdicios en la empresa metalmecánica, ubicada en Cajamarca-Perú, año 2023.

Inicialmente se plantea la propuesta de mejora basada en 5S, puesto que uno de los principales conflictos en el desarrollo del proceso productivo es el orden, limpieza y organización de espacios, por lo cual se comparte la opinión de Portada (2017), en su investigación "*Propuesta de mejora continua de procesos Lean Manufacturing para una empresa carrocera*", en la cual define como objetivo principal de 5S, la mejora en los

procesos en cuanto a calidad, productividad, seguridad industrial y ambiente de trabajo, para que así se pueda obtener resultados más rápidos y sobre todo con un bajo costo de implementación. Sin embargo, podemos decir que la implementación de 5S no siempre será lo único necesario para la mejora de productividad y calidad dentro de la empresa, puesto que en el caso de la empresa metalmecánica evaluada requiere la implementación de otras herramientas que complementen estas mejoras. Por lo cual, como punto adicional se plantea la propuesta de mejora basada en TPM, teniendo como base la investigación "*Modelo Lean Manufacturing de la gestión de la producción bajo un enfoque de gestión del cambio para la mejora de la productividad en una empresa dedicada a la manufactura*", realizada por Rocha y Gonzales, en la cual se aplica esta metodología basada en TPM, obteniendo como resultado el incremento de la producción de furgones, la reducción del costo de la mano de obra y reducción de las unidades defectuosas, cumpliendo así con el objetivo que plantearon. Para nuestra investigación, compartimos la opinión acerca del beneficio en cuanto a tiempos y costos, puesto que se genera la minimización de paradas y mantenimientos correctivos.

Cabello y Cairampoma, nos detallan, acerca del uso de un modelo de gestión de Mejora Continua, que busca eliminar el despilfarro o desperdicios en todo proceso de producción, eliminando las actividades que generan valor al producto y por las cuales se suman costos a este, que el cliente no está dispuesto a pagar. Es por esto, que coincidimos con los autores, ya que la presente investigación busca la reducción y/o eliminación de desperdicios, mediante la utilización de distintas herramientas de gestión (TPM, 5'S, Kanban) , con la finalidad de usar menos recursos para crear valor en la organización, mejorando las capacidades del personal y el nivel de competitividad, desde las operaciones de la empresa al contar con equipos que operen sin averías y fallas, hasta la minimización

de tiempos en procesos estandarizados, logrando eliminar toda clase de pérdidas, reduciendo los costos operativos.

Al analizar la investigación de Duque y Osorio (2021), "*Propuesta de mejora bajo la metodología lean manufacturing en el área de producción de la empresa de Proimpo S.A.S. UAN*", pudimos observar las coincidencias respecto a los problemas presentados en el área de producción y la similitud de estos para nuestra propuesta de mejora, ya que dicha empresa, no contaba con un plan de mantenimiento, además de la confusión en el área de producción al contar con un ambiente desorganizado, limitando el tiempo de producción. Por ello se analizaron los resultados, donde nos muestran que la eficiencia técnica actual, de la empresa cuenta con una satisfacción del 87% de sus máquinas en buen funcionamiento y después de implementar el método 5s, el tiempo de ejecución, se redujo de 27,3 minutos fideos a 25,4 minutos fideos, mostrándonos que la metodología que escogimos es viable para mejorar los problemas encontrados.

Finalmente, dentro de la presente investigación se tuvo el objetivo del desarrollo de propuesta de mejora basada en Kanban, en la cual se realizó la investigación con uno de los pilares del funcionamiento del proceso, como son los trabajadores involucrados en el mismo, puesto que brindan información relevante acerca de los errores comunes y que son apreciables desde su perspectiva, por lo cual se comparte la opinión de L. Idrogo, en su investigación "*Propuesta de implementación de mejora en el proceso de envasado de GLP utilizando herramientas de lean manufacturing para incrementar la productividad*", quien nos afirma la importancia de la planificación en el sector humano.

Es así como basándonos en la experiencia obtenida de la presente investigación y antecedentes de la misma, que podemos definir como una alternativa de mejora la aplicación

de las herramientas de Lean Manufacturing, con la cual ha sido posible generar propuestas de mejora para empresas de distintos rubros, pero con el mismo objetivo de incrementar su nivel de calidad, minimizar desperdicios y generar una mayor rentabilidad, a través de la aplicación de metodologías de cambio, que permitan el correcto funcionamiento de cada una de ellas.

## **Conclusiones**

Se desarrolló la propuesta de mejora del proceso de producción basada en las herramientas de Lean Manufacturing, para disminuir los desperdicios en la empresa metalmeccánica, mediante la minimización del deterioro acelerado o excesivo de los equipos y el desgaste de sus componentes, el uso eficaz de los de materiales y equipos, la redistribución de áreas, y el cumplimiento de las condiciones de funcionamiento óptimas.

Se realizó el diagnóstico de la situación inicial del proceso productivo para definir las herramientas específicas de lean manufacturing a utilizar en la empresa metalmeccánica, con lo cual se definió que las herramientas más eficaces para las falencias existentes en esta empresa serian 5S, Kanban y TPM

Se desarrolló la propuesta de mejora del proceso de producción basada en 5S, para minimizar los desperdicios en la empresa metalmeccánica, a través de las metodologías de orden, inspección y clasificación de herramientas, espacios y equipos utilizados, redistribución de áreas, programas de capacitación y organización y asignación de responsabilidades.

Se desarrolló la propuesta de mejora del proceso de producción basada en Kanban, para minimizar los desperdicios en la empresa metalmeccánica, mediante el desarrollo de

tableros de organización y planteamiento del uso de aplicaciones que permitan la automatización y planificación de actividades a desarrollar.

Se desarrolló la propuesta de mejora del proceso de producción basada en TPM, para minimizar los desperdicios en la empresa metalmecánica, mediante el desarrollo de programas de mantenimiento autónomo y preventivo.

## REFERENCIAS

- Alva, J., & Orosco, C. (2021). *"PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR EL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA METALMECANICA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA"*. Universidad Privada del norte.
- Arias, L., & Carballido, C. (2017). *"Propuesta de Implementación de la Metodología del Mantenimiento Autónomo en una Subestación Eléctrica para Aumentar la Disponibilidad de la Línea de Transmisión L-123A en el año 2016"*. UPN.
- Cabello, F., & Cairampoma, C. (2017). *Aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de conversión de bobinas de papel tisú en una empresa manufacturera*. PUCP.
- Cubillos, M. C., & Roza, D. R. (2009). *El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad*. Revista de la Universidad de la Salle.
- Duque, C., & Osorio, J. (2021). *Propuesta de mejora bajo la metodología lean manufacturing en el área de producción de la empresa de Proimpo S.A.S*. UAN.
- Garay, G., Hilario, J., & Flores, J. (2021). *El Proyecto de Investigación* (1.<sup>a</sup> ed.).
- Gonzales, H., & Rocha, B. (2020). *Modelo Lean Manufacturing de la gestión de la producción bajo un enfoque de gestión del cambio para la mejora de la productividad en una empresa dedicada a la manufactura*. UPC.
- Grebe, G. (2018). *Investigación científica e investigación aplicada en el instituto de salud pública de Chile*. Revista del instituto de salud pública de Chile.

- Idrogo, L., & Julca, S. (2018). *Propuesta de implementación de mejora en el proceso de envasado de GLP utilizando herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad*. UPN.
- Maya, E. (2014). *Métodos y técnicas de investigación* (1.<sup>a</sup> ed.) [Electrónico]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Monday. (2012). [Aplicación Electrónica]. <https://monday.com/>
- Portada, L. (2017). *Propuesta de mejora continua de procesos Lean Manufacturing para una empresa carrocera* [Tesis doctoral]. UPC.
- Ramírez, F. (2017). *Identificación y reducción de los niveles de desperdicio, desde la perspectiva de Lean Manufacturing en la empresa Flowserve Colombia S.A.S.* Universidad de la Sabana.
- Ruiz, J. (2018). *Diseño del proceso comercial aplicando principios Lean que busque mejorar los indicadores comerciales en la empresa Indelpa S.A.* Pontificia Universidad Javeriana.
- Sabino, C. (1992). *EL PROCESO DE INVESTIGACION*. Ed. Panapo.

## ANEXOS

### Anexo 01: Cuestionario para el análisis del proceso de producción

**CUESTIONARIO PARA EL ANALISIS DEL PROCESO DE PRODUCCION**

**Función o cargo en el área de producción:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**Años de antigüedad:** \_\_\_\_\_

1. ¿Conoce si existe algún plan o guía de producción?  
Sí, cual es \_\_\_\_\_ No, porque \_\_\_\_\_
2. ¿Cuenta con todas las herramientas para realizar su trabajo?  
Sí  No, porque \_\_\_\_\_
3. ¿Cómo se controla la calidad en el área de producción?  
\_\_\_\_\_
4. ¿Los operarios reciben algún tipo de capacitación?  
Sí, cual es \_\_\_\_\_ No, porque \_\_\_\_\_
5. ¿Qué tipo de mantenimiento reciben las maquinas?  
Preventivo.   
Correctivo.   
Autónomo.   
Ninguno.
6. ¿Tiene alguna dificultad para trabajar en su área de trabajo?  
Falta de organización.   
Falta de limpieza.   
Distanciamiento extenso de áreas.   
Carga excesiva de materiales.   
OTROS. \_\_\_\_\_
7. ¿Existen procedimientos en caso falle una máquina, o no se cumpla con la producción requeridas?  
Sí, cual es \_\_\_\_\_ No, porque \_\_\_\_\_
8. ¿Cuáles son las fallas más continuas al producir un sistema de refrigeración?  
Fallas externas. (Mal acabado de láminas de acero, tuercas o tornillos flojos)   
Fallas internas. (Motor, bombas y termostato)   
OTROS. \_\_\_\_\_
9. ¿Qué tan frecuente se hacen cambios mayores, en la línea de producción?  
Anualmente.  Trimestralmente.  Semestralmente.
10. ¿La empresa cuenta con equipo certificado?  
Sí  No
11. ¿Qué recomendaciones a mejorar en tu ambiente laboral darías?  
\_\_\_\_\_



### Anexo 03: Hoja de verificación de defectos en la producción durante el mes de marzo

Hoja de verificación					
Proceso	Producción Metal mecánica				
Nombre de observador	Cintha Sattui Silva Santisteban Diana Sofía Cadenillas Cortegana				
Localización	Planta de producción				
Mes	Marzo				
DEFECTOS/PRODUCTOS	AIRE ACONDICIONADO	SISTEMAS DE REFRIGERACION	SISTEMAS DE CLIMATIZACION	OTROS	TOTAL DE DEFECTOS
Diseño inadecuado	0	3	0	0	3
Selección incorrecta de materiales	1	2	0	0	3
Mal funcionamiento de bombas	0	0	1	0	1
Conexiones erroneas o complicadas	2	3	2	0	7
Mal funcionamiento de termostato	0	0	0	0	0
Mal acabado	3	7	5	1	16
Falta capacitacion de personal	1	2	1	1	5
Falta de organización	10	15	5	2	32
Procesos no estandarizados	20	34	12	4	70
Procedimientos erroneos	3	6	2	1	12
Planificacion erronea	5	8	2	0	15
Herramientas en mal estado	2	2	2	2	8
Equipos sin certificacion	3	3	3	0	9
Mantenimiento de equipos requerido	5	9	3	1	18
Requerimiento de herramientas	2	2	2	2	8
Falta de orden y limpieza	10	17	6	2	35
Requerimiento de materiales	2	2	2	2	8
<b>TOTAL</b>	<b>69</b>	<b>115</b>	<b>48</b>	<b>18</b>	<b>250</b>