



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE
QUITO**

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA
EMPRESA METALMECÁNICA METALINOX APLICANDO HERRAMIENTAS
DE MANUFACTURA ESBELTA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Industrial

AUTOR: TORRES UNAPANTA MARIA DEL CARMEN

TUTOR: ESTUARDO JOSAFAT CORREA ZAPATA

Quito-Ecuador

2025

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, María del Carmen Torres Unapanta con documento de identificación N° 1754265906; manifestando que:

Soy la autora y responsable del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 05 de febrero de 2025

A handwritten signature in blue ink, reading "María C. Torres U.", is written over a horizontal line.

María del Carmen Torres Unapanta
1754265906

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, María del Carmen Torres Unapanta con documento de identificación N.º 1754265906, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy el autor del Proyecto Técnico: "PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA EMPRESA METALMECÁNICA METALINOX APLICANDO HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que se hace la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 05 de febrero de 2025

Atentamente,



María del Carmen Torres Unapanta
1754265906

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Estuardo Josafat Correa Zapata con documento de identificación N.º 1708183304, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA EMPRESA METALMECÁNICA METALINOX APLICANDO HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA, realizado por María del Carmen Torres Unapanta con documento de identificación N.º 1754265906, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 04 de febrero de 2025

Atentamente,



Ing. Estuardo Josafat Correa Zapata



METALINOX

Diseño y Fabricación de
Equipos en
Acero Inoxidable

Para uso Industrial
Textil, Comercial y
Gastronomico

Mesas de Trabajo, coches
fregaderos, campanas
extractoras y mas

Maquinana para
Serigrafia Textil

Instalaciones Centralizadas
de G.L.P.

Diseño y Fabricación de
Matrickeria y Cabezales
para Extrucción en PVC

Servicio y Torno
Fresa, Troquelado y
Soldas Especiales

Estructuras Metálicas
y Cerrajería en General

Quito, 28 de marzo del 2025

AUTORIZACIÓN

Srs.

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Presente.-

De mi cosideración:

Por medio de la presente, autorizo a la Srta. María del Carmen Torres Unapanta, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana, a realizar el trabajo de titulación en nuestra empresa METALINOX, así como también a que puedan ser presentados con fines educativos y su correspondiente publicación. Además, se autoriza la divulgación de los resultados e información obtenida de la investigación realizada en la empresa, con el fin de que puedan ser compartidos en el ámbito académico y profesional.

Agradezco la atención presentada a la presente.

Atentamente,

ING. ANDRÉS DE LA CRUZ

GERENTE

METALINOX

gerencia@metalinoxingenieria.com

Dir: Pomasqui Cdla. "Señor del Arbol" Calle Casitahua y de los Pumas N3-99

Telf: 2354 604 Cel.: 099 292 9038 - 099 842 9610

email: metalinoxp_p@hotmail.com

www.metalinoxecuador.com

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado, con todo mi corazón, a mis padres, Silvia Unapanta y Milton Leonardo Torres. Gracias por su amor incondicional y por cada sacrificio que hicieron para que yo pudiera alcanzar mis metas. Su apoyo y dedicación han sido mi mayor fuente de motivación.

A mi hermano, José Leonardo Torres, por estar siempre a mi lado, apoyándome en cada paso. Gracias por darme motivación todos los días y por ser mi apoyo incondicional. Siempre te preocupaste por mi bienestar y me impulsaste a no rendirme, asegurándote de que siempre terminara lo que empezaba.

A mi hermana, Karen Torres, por su amor, sus sabias palabras y su constante apoyo.

A mis abuelitos, José Unapanta y María del Carmen Munive, por su amor constante y por haber estado presentes en cada etapa de mi vida. Su apoyo me dio fuerzas para seguir adelante, y su ejemplo me enseñó a luchar por mis sueños.

A Jonathan Checa, quien ha sido mi compañero y apoyo diario durante mi etapa universitaria. Gracias por tu constancia, motivación y amor, que han sido clave para alcanzar todos mis objetivos.

Y, por último, a toda mi familia, que siempre estuvo allí para darme aliento y creer en mí. Este logro es tan suyo como mío, y no podría haber llegado hasta aquí sin su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fortaleza, dedicación y responsabilidad día a día. Gracias por guiar mi camino, por bendecirme en cada paso que doy y por darme una familia que me apoya constantemente.

Quiero agradecer a mis padres principalmente a mi mamá, Silvia Unapanta, por ser mi mayor apoyo, por motivarme día a día y enseñarme que todo lo que me propongo lo puedo lograr. Gracias a ella, hoy he culminado esta etapa, porque ella se merecía este logro más que nadie. Eres un ejemplo de fortaleza y lucha, y siempre has estado a mi lado, alentándome a ser mejor cada día. Tu amor incondicional es la base de todo lo que he logrado.

A mi papá, Milton Leonardo Torres, por estar siempre pendiente de mí, por apoyarme en los momentos más difíciles y por darme palabras de aliento para no rendirme. Tu presencia en mi vida ha sido fundamental para alcanzar esta meta.

A mi hermano, José Leonardo Torres, por ser mi mejor amigo y mi fuente constante de motivación. Gracias por acompañarme cada día, por ayudarme a buscar soluciones cuando parecía que no las había y por ser mi apoyo incondicional durante toda mi etapa académica. Tu apoyo es invaluable, y siempre has estado para mí, sin importar la circunstancia.

A mi hermana, Karen Torres, por su apoyo y palabras de motivación.

A mis mascotas, Percy, Oso, pero especialmente a mis dos perros, Harvey y Hada, por acompañarme cada noche de desvelo. Gracias por su cariño y por inspirarme a seguir adelante con su presencia.

A mis abuelitos, María del Carmen Munive y José Alfredo Unapanta, por enseñarme a luchar y no rendirme nunca. Su amor y apoyo siempre han sido mi mayor motivación. Gracias por estar pendientes de mí y darme todo lo que necesitaba para salir adelante.

A mi madrina, Eva Unapanta, por sus palabras de aliento, su apoyo constante y por estar presente en cada etapa de mi vida académica. A mi tía, Julissa Unapanta, y a mi tía Aurora Unapanta, por siempre estar ahí para apoyarme y motivarme en cada paso.

A una persona muy importante, Jonathan Checa, por ser un apoyo fundamental en mi vida. Gracias por estar siempre a mi lado, por tus palabras de aliento, por tu amor,

paciencia y comprensión. Gracias por no dejarme rendirme y por acompañarme durante todo este proceso académico.

Agradezco a la empresa Metalinox por brindarme la oportunidad de realizar mi tesis en sus instalaciones, así como por facilitarme todos los datos y recursos necesarios. También expreso mi agradecimiento al Ing. Andrés de la Cruz por su invaluable apoyo y orientación a lo largo de este proceso.

Quiero agradecer de manera especial a todos los ingenieros que forman parte de la carrera de Ingeniería Industrial, por sus enseñanzas. En particular, agradezco a mi tutor, el Ing. Estuardo Correa, quien estuvo presente a lo largo de todo este proceso. Gracias por su ayuda, apoyo y motivación, por brindarme su conocimiento y orientación para poder culminar esta etapa tan importante.

Finalmente, quiero dar las gracias a cada persona que estuvo presente en todo este recorrido. Estoy profundamente agradecido por su apoyo y confianza.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	ii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
Capítulo 1: Marco Teórico.....	4
1.1. Contexto de la Organización	4
1.1.1 Descripción de la Empresa.....	4
1.1.1. Misión	4
1.1.2. Visión.....	4
1.2 Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta).....	4
1.3 Herramientas del Lean Manufacturing	5
1.3.1 Andon	5
1.3.2 Heijunka.....	7
1.3.3 Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	8
1.3.4 Jidoka.....	9
1.3.5 Value Stream Mapping (VSM)	10
1.3.6 SMED	11
1.3.7 Kanban.....	12
1.3.8 Poka Yoke.....	13
1.3.9 Just inTime (JIT).....	14
1.3.10 5S.....	15
Capítulo II: Metodología y Análisis.....	22
2.1. Metodología	22
2.2. Tipos de Investigación.....	23

2.2.1.	Investigación Descriptiva	24
2.2.2.	Investigación Analítica.....	25
2.2.3.	Investigación Aplicada.....	27
2.2.4.	Investigación Bibliográfica	28
2.3.	Métodos de Investigación.....	29
2.3.1.	Método Descriptivo.....	30
2.3.2.	Método Experimental.....	30
2.3.3.	Método Comparativo	31
2.3.4.	Método Cuantitativo	32
2.3.5.	Método Cualitativo	32
2.4.	Análisis de Metalmecánica Metalinox	33
2.4.1.	Problema	34
2.5.	Herramientas de Manufactura Esbelta.....	35
2.5.1.	5S	35
2.5.2.	Kanban.....	39
2.5.3.	SMED (Cambio Rápido de herramienta).....	40
2.5.4.	Value Stream Mapping (VSM)	40
2.5.5.	Heijunka.....	41
2.6.	Datos iniciales	42
Capítulo III: Propuesta de mejora dentro de Metalinox		48
3.1.	Procesos para mejorar	51
3.1.1.	5S (Clasificación- Orden- Limpieza- Estandarización-Disciplina).....	51
3.1.2.	Kanban.....	61
3.1.3.	Value Stream Mapping (VSM)	64
3.1.4.	Heijunka.....	71
3.1.5.	Smed	72
3.1.6.	Just Intime.....	75
3.2.	Discusión de Resultados.....	77
CONCLUSIONES		78
RECOMENDACIONES		79
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Etapas de aplicación de la herramienta “Andon”	6
Tabla 2 Beneficios del VSM	11
Tabla 3 Beneficios de Seiri	17
Tabla 4 Beneficios de Seiton.....	18
Tabla 5 Beneficios de Seiso	19
Tabla 6 Beneficios de Seiketsu	20
Tabla 7 Beneficios de Shitsuke	20
Tabla 8 Características Investigación Descriptiva.....	24
Tabla 9 Características Investigación Analítica	26
Tabla 10 Características Investigación Aplicada.....	27
Tabla 11 Características de la Investigación Bibliográfica	28
Tabla 12 Procesos iniciales Metalinox.	42

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1 Producción Metalinox.	34
Figura 2 Formato Encuesta 5s.	44
Figura 3 Tareas asignadas por Metalinox	45
Figura 4 Planificación Mensual Previo Heijunka	46
Figura 5 Datos de producción previo Heijunka	46
Figura 6 Toma de tiempos del cambio de herramientas.....	47
Figura 7 Tanque Encamisado.....	49
Figura 8 Diagrama de flujo proceso Tanque Encamisado.	50
Figura 9 Formato de clasificación.....	53
Figura 10 Formato de orden.	54
Figura 11 Formato de limpieza	55
Figura 12 Puntajes para la auditoría interna	56
Figura 13 Formato de Disciplina	57
Figura 14 Ponderación de la encuesta.....	58
Figura 15 Evaluación inicial de las 5s realizada al operario de Torno.	58
Figura 16 Evaluación inicial de las 5s realizada al operario de Fresadora	59
Figura 17 Evaluación inicial de las 5s realizada al operario de Troqueladora.....	60
Figura 18 Evaluación inicial de las 5s realizada al operario de Suelta.....	61
Figura 19 Tareas asignadas para Kanban.....	63
Figura 20 Kanban de Tareas dentro de Metalinox.	63
Figura 21 VSM Fabricación de equipos	65
Figura 22 VSM de mantenimiento.....	66
Figura 23 VSM Proceso de Torno.	67
Figura 24 VSM Proceso de Fresadora	68
Figura 25 VSM proceso de soldadura.....	69
Figura 26 VSM Proceso de Troqueladora.....	70
Figura 27 Planificación con Heijunka	71
Figura 28 Datos de producción con Heijunka	72
Figura 29 Tiempos de las actividades en Metalinox.	73
Figura 30 Aplicación de Smed actividades internas y externas.....	74
Figura 31 Comparación de las actividades antes y después de la propuesta.	74
Figura 32 Resultados generales de la aplicación de Smed.	75
Figura 33 Propuesta de Just Intime en Metalinox.....	76

RESUMEN

El trabajo de titulación propuso la implementación de herramientas de manufactura esbelta en la empresa Metalmecánica Metalinox para mejorar sus procesos productivos, aumentar la eficiencia y reducir desperdicios. Para ello, se analizó los procesos actuales a través de visitas técnicas, entrevistas con el personal y revisión de la documentación disponible. Este análisis permitió identificar áreas clave que necesitaban ser optimizadas.

Se aplicaron herramientas de manufactura esbelta como 5S, Kanban, SMED, Value Stream Mapping y Heijunka para abordar las ineficiencias detectadas. El plan de acción se enfocó en reducir tiempos muertos, mejorar la distribución de los recursos y fomentar una mejor cultura organizacional.

Los resultados obtenidos mostraron un aumento en la productividad, una mejor organización de los espacios de trabajo y una reducción de los desperdicios en las diferentes áreas de trabajo. Estos cambios permitieron que la empresa cumpla con los estándares de calidad requeridos, además de mejorar las condiciones de seguridad laboral. La aplicación de estas herramientas no solo tuvo un impacto positivo en la eficiencia operativa, sino que también fortaleció el compromiso de los empleados con los procesos de mejora continua.

Palabras claves: *Manufactura esbelta, optimización de procesos, productividad, mejora continua*

ABSTRACT

The degree work proposed the implementation of lean manufacturing tools in the company Metalmecánica Metalinox to improve its production processes, increase efficiency and reduce waste. To this end, the current processes were analyzed through technical visits, interviews with personnel, and review of available documentation. This analysis allowed us to identify key areas that needed to be optimized.

Lean manufacturing tools such as 5S, Kanban, SMED, Value Stream Mapping and Heijunka were applied to address the inefficiencies detected. The action plan focused on reducing downtime, improving resource allocation, and fostering a better organizational culture.

The results showed an increase in productivity, better organization of workspace and a reduction of waste in the different work areas. These changes enabled the company to meet the required quality standards, in addition to improving occupational safety conditions. The application of these tools not only had a positive impact on operational efficiency but also strengthened the employees' commitment to continuous improvement processes.

Key words: Lean manufacturing, process optimization, productivity, continuous improvem

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las empresas deben enfrentar el reto constante de mejorar sus procesos productivos para mantenerse competitivas. La metodología de manufactura esbelta, o Lean Manufacturing, se presenta como una herramienta clave para lograr esta mejora continua, ya que permite optimizar recursos, reducir desperdicios y aumentar la calidad de los productos. En este sentido, la empresa Metalmecánica Metalinox, dedicada a la fabricación de productos metalmecánicos, enfrenta desafíos operativos que afectan su eficiencia y calidad, lo que hace necesario implementar soluciones que contribuyan a mejorar sus resultados.

Este trabajo tiene como objetivo proponer la aplicación de herramientas de manufactura esbelta en los procesos de Metalinox para optimizar la producción y mejorar los resultados. En particular, se utilizarán técnicas como Heijunka, Value Stream Mapping (VSM), 5S, SMED y Kanban, que permitirán identificar áreas de mejora, reducir tiempos y recursos desperdiciados, y organizar los espacios de trabajo de manera más eficiente. Además, la implementación de estas herramientas buscará fomentar una cultura organizacional orientada a la mejora continua, lo que generará un impacto positivo en la productividad, la calidad y la seguridad laboral.

El propósito de esta investigación es ofrecer soluciones prácticas y aplicables que respondan a las necesidades actuales de la empresa, y contribuir a un cambio significativo en sus procesos productivos, mejorando así su desempeño y competitividad en el mercado.

PROBLEMA DE ESTUDIO

En la actualidad, el sector industrial enfrenta constantes desafíos relacionados con la eficiencia operativa, la competitividad global y la gestión de recursos. La eficiencia en la producción y la calidad del producto son cruciales para la satisfacción del cliente y la rentabilidad de las empresas. Sin embargo, muchas empresas industriales continúan enfrentando problemas recurrentes que comprometen su competitividad, especialmente en lo que respecta a la organización y eficiencia en el lugar de trabajo.

Uno de los principales problemas que afecta a estas empresas es la falta de organización y la ineficiencia en sus procesos, lo que provoca un uso innecesario de tiempo, aumento de costos, errores de producción y complicaciones para alcanzar los estándares de calidad y plazos de entrega. La implementación de metodologías de mejora continua como el “Lean Manufacturing” (Manufactura Esbelta) puede optimizar los recursos y disminuir los desperdicios y fomentar una cultura de organización.

Según investigaciones actuales, la adopción de esta metodología ha permitido a empresas de distintos sectores industriales incrementar su productividad y mejorar la calidad de sus productos, lo que resalta la importancia de abordar este tipo de problemas para lograr una eficiencia operativa.

JUSTIFICACIÓN

Dada la importancia de Lean Manufacturing como un recurso para la mejora continua en el ámbito industrial, esta investigación se enfoca en analizar cómo la correcta utilización de la manufactura esbelta puede solucionar las dificultades específicas de desorganización y baja eficiencia en Metalmecánica Metalinox, mediante la aplicación de manufactura esbelta con lo cual se busca proporcionar recomendaciones prácticas y fundamentadas que contribuyan a optimizar los procesos y mejorar los resultados empresariales en cuanto a productividad, estándares de calidad y satisfacción al cliente.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Proponer la implementación de herramientas de manufactura esbelta en la empresa Metalmecánica Metalinox, con el fin de optimizar los procesos productivos, mejorar la eficiencia operativa, minimizar los desperdicios y elevar la calidad del producto.

OBJETIVO ESPECIFICO

- Evaluar los procesos actuales de producción en la empresa Metalmecánica Metalinox para identificar las principales áreas de mejora.
- Determinar las áreas de oportunidad para la propuesta de aplicación de herramientas de manufactura esbelta en los procesos de la empresa.
- Proponer un plan de acción basado en las herramientas de manufactura esbelta con el fin de reducir desperdicios y fomentar una cultura organizacional productiva dentro de la empresa.
- Evaluar los impactos potenciales de la propuesta manufactura esbelta en términos de productividad, calidad y seguridad laboral dentro de la empresa.

Capítulo 1: Marco Teórico

1.1. Contexto de la Organización

1.1.1 Descripción de la Empresa

Metalmecánica Metalinox es una compañía ecuatoriana dedicada a la fabricación de productos metálicos, incluyendo componentes y estructuras para diversas industrias. Fundada en 2009, la empresa ha logrado consolidarse como un líder en el sector metalmecánico, destacándose gracias a su dedicación a la calidad y la innovación. Actualmente enfrenta desafíos relacionados con la gestión de calidad de sus procesos productivos, lo que ha impulsado la búsqueda de metodologías para mejorar su competitividad.

En esta propuesta se analizarán los procesos productivos actuales de Metalinox para identificar áreas donde se pueda implementar herramientas de manufactura esbelta, de esta manera logrando una mejora dentro de la organización. Se propondrán y aplicarán soluciones prácticas que busquen aumentar la eficiencia y reducir los desperdicios.

1.1.1. Misión

Proporcionar soluciones innovadoras en el sector metalmecánico, garantizando la calidad y eficiencia en los procesos productivos. Se comprometen a satisfacer las necesidades de los clientes.

1.1.2. Visión

Ser reconocidos como líderes de la industria metalmecánica, distinguiéndose por la capacidad de innovación y excelencia en el servicio. Buscando expandir la presencia dentro del mercado, contribuyendo al desarrollo sostenible y al bienestar de la comunidad.

1.2 Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta)

Flores, B. Nos menciona que el Lean Manufacturing o también conocida como manufactura esbelta es un enfoque de gestión que se centra en optimizar continuamente los procesos mediante mejoras graduales y constantes.” Este método busca identificar y eliminar todo tipo de desperdicio dentro de las operaciones, con el objetivo de maximizar el valor que se entrega al cliente. [1]

Además, Espinoza, A. Nos resalta que las empresas actualmente han adoptado diversas estrategias basadas en los principios de esta metodología para lograr una mayor eficiencia

en sus operaciones, la cual se enfocan en la reducción de costos, la mejora de la calidad, la reducción de tiempos de entrega e incrementar la flexibilidad en la producción.[2]

Es una herramienta muy importante dentro de las empresas ya que brinda beneficios que ayudan a la mejora de la competitividad y a responder las necesidades del mercado, además, permite optimizar cada paso de la cadena de suministro, desde la recepción de materias primas hasta la entrega del producto final, asegurando que cada proceso esta correctamente alineado para la satisfacción del cliente.

“El objetivo principal es aumentar la eficiencia operativa lo que implica reducir tiempos de fabricación y minimizar los desperdicios.” [3]

A través de la aplicación de herramientas como Kanban para gestionar el flujo de materiales, SMED para reducir los tiempos de cambio de herramientas en las máquinas y por último Poka Yoke el cual va a prevenir errores, lo que garantiza las a operaciones más ágiles y rentables dentro de la empresa.

1.3 Herramientas del Lean Manufacturing

1.3.1 Andon

Según Hautamaki, K. Andon es un término en Japón el cual significa señal o indicador visual que se utiliza para alertar sobre problemas en una línea de producción en el momento en que ocurren. Esta herramienta permite tomar medidas correctivas de manera inmediata, lo que ayuda a prevenir que el mismo problema vuelva a ocurrir.[4]

Es un sistema de comunicación visual que informa a los trabajadores que trabajan en producción sobre el estado de una línea o proceso, permitiendo todos estar al tanto de posibles fallos o necesidades de intervención.

Mohamad, E. Nos da como ejemplo que varias fábricas japonesas principalmente en las que poseen principios de manufactura eficiente, como el sistema de producción de Toyota. Pueden presentarse de diferentes maneras, desde luces que indica si una maquina está funcionando correctamente o existe alguna falla, hasta sistemas de luces más complejos que incluyen pantallas digitales o tableros de visualización en tiempo real.[5]

El objetivo principal es proporcionar una visión clara y rápido de lo que está ocurriendo dentro del proceso de producción, de modo que los operadores y supervisores puedan reaccionar de manera rápida y efectiva ante algún problema que se presente. Además,

ayudan a promover un entorno de trabajo colaborativo donde todos los trabajadores tengan acceso a la información clave y puedan intervenir en caso de algún problema.

Esto fomenta una cultura de responsabilidad compartida y mejora continua, donde cada persona se sienta capaz y dispuesto a contribuir a la solucionar los inconvenientes y mejorar el flujo de trabajo.

“Consiste en una estructura de ocho pasos para poder tener un buen desempeño y éxito en la aplicación y sus etapas.” [6]

La **Tabla 1** presenta las etapas necesarias para la implementación de la herramienta "Andon" en una empresa. Esta herramienta, utilizada para mejorar la comunicación y la detección de problemas en tiempo real, requiere un enfoque estructurado que permita su correcta aplicación. En la tabla, se describen las acciones específicas que deben llevarse a cabo en cada etapa, desde la capacitación del personal hasta el seguimiento de los resultados obtenidos, garantizando así su efectividad dentro del proceso productivo.

Tabla 1 Etapas de aplicación de la herramienta “Andon”

Etapas	Descripción
1	Formar al personal con los fundamentos, características, ventajas y condiciones necesarias para la implementación de esta herramienta dentro de la empresa
2	Definir el ámbito de aplicación de la herramienta.
3	Redactar un objetivo claro, basándose en el proceso y beneficio principal que se quiere obtener.
4	Identificar los problemas o fallas que se presenten dentro del proceso.
5	Asignar los tipos de colores que puedan representar las diferentes situaciones que se puedan presentar ya sean buenas o malas dentro del área de trabajo.
6	Decidir qué áreas o estaciones de trabajo tendrán luces para mostrar el estado de las condiciones de trabajo.
7	Medir con qué frecuencia ocurren los problemas y cuánto tiempo se tarde en responder.
8	Hacer el seguimiento y revisar si se están logrando los objetivos propuestos.

1.3.2 Heijunka

Reyes, A. Nos menciona que Heijunka es una técnica utilizada para nivelar la producción y equilibrar las cargas de trabajo, permitiendo que los productos se fabriquen de manera constante y predecible, funciona en conjunto con el tak time que significa al ritmo que se debe producir para satisfacer la demanda, y el tiempo de ciclo de las operaciones. Ayuda a utilizar esta herramienta de manera más eficiente tanto los recursos como el talento humano.[7]

El objetivo principal es reducir los desperdicios de las capacidades de los empleados, en lugar de tener operadores inactivos en ciertos momentos o sobrecargados en otras actividades, este sistema permite que cada persona aporte de manera constante y significativa en el proceso productivo. Ya que hay que destacar que todos los empleados son importantes al igual que su participación son esenciales para que el proceso de producción fluya sin interrupciones ni retrasos.

Lopez, P. Nos da a conocer que la aplicación de esta herramienta en el entorno de producción no solo ayuda a optimizar el flujo de trabajo, sino que también ofrece una serie de beneficios que impactan tanto en la eficiencia operativa como en el bienestar del equipo de trabajo. De esta investigación se sacaron los beneficios que se explican a continuación.[8]

a. Nivelación de la producción

Distribuye la carga de trabajo de manera uniforme a lo largo del tiempo, eliminando picos en la demanda de producción.

b. Equilibrio de capacidad

Se ajusta la capacidad de producción para alinearla con la demanda real, evitando sobreproducción o tiempos muertos.

c. Flexibilidad

Permite adaptarse a variaciones en la demanda sin la necesidad de cambiar drásticamente el flujo de trabajo o acumular inventarios innecesarios.

d. Reducción de inventarios

Al mantener una producción constante y ajustada a la demanda, se minimizan las acumulaciones de inventario y los costos asociados.

e. Mejora del flujo de trabajo

Garantiza que el proceso de producción fluya de manera continua y eficiente, reduciendo el tiempo de espera entre etapas.

f. Aprovechamiento del talento humano

Al distribuir el trabajo de manera equilibrada, ayuda a evitar sobrecarga o inactividad en los trabajadores, maximizando su participación y rendimiento.

1.3.3 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

“El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una herramienta muy importante dentro del lean manufacturing, que busca maximizar la eficiencia de los equipos y reducir perdidas en los procesos productivos”. Permite que las maquinas trabajen de una manera más eficiente por periodos prolongados, para una mejora en la productividad de la empresa al reducir tiempos muertos y el tiempo de inactividad. [9]

En algunas empresas esta herramienta es esencial debido a que ciertos equipos requieren de calibraciones certificadas de forma periódica para garantizar su precisión y seguridad. Esto permite que los equipos continúen funcionando de manera óptima entre calibraciones, alargando su vida útil y disminuyendo el riesgo de fallas inesperadas que producían afectar la producción.

Amparo, A. Nos menciona que estos mantenimientos rutinarios no reemplazan la necesidad de calibraciones certificadas, pero contribuye a la durabilidad e los equipos. Al realizar tareas sencillas como la limpieza y revisión de las herramientas, los operarios previenen el desgaste excesivo y mantienen las maquinas en condiciones adecuadas para su uso. Esto no solo optimiza el rendimiento de los equipos, sino que reduce los costos operativos y evitar pérdidas. [10]

El TPM se forma a partir de las iniciales en inglés “Total Productive Maintenance”. Según Canahua, N. Sus principales características son las siguientes. [11]

- a. Su objetivo es alcanzar la máxima eficiencia en el uso de quipos, enfocándose en la mejora continua del rendimiento.

- b. El sistema TPM debe garantizar la mayor durabilidad de los quipos a través de la prevención de fallos, así como las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.
- c. Se impulsa mediante actividades realizadas por pequeños grupos de trabajo independientes que fomenten la mejora continua.

1.3.4 Jidoka

Romero, D. Da a conocer que el término “Jidoka” se refiera a la automatización inteligente, es una metodología que busca establecer ciclos de control independientes que monitorean el proceso de manufactura para detectar defectos desde el origen, evitando así la propagación de productos defectuosos. Utilizan sensores o principios mecánicos para habilitar la corrección del proceso. Cuando un sensor detecta una desviación en la salida del proceso con respecto a los requisitos de calidad establecidos, se produce una para automática de la máquina, este alto en la producción permite que un operador supervise o maneje varias máquinas simultáneamente, creando un sentido de emergencia para actuar y eliminar la causa del problema lo que beneficia como un proceso libre de fallos.[12]

Tiene dos tipos de Sistemas los cuales son:

a. Primera Generación

“Conocido como “Jidoka 1.0” se caracterizaban por el uso de dispositivos mecánicos, conocidos como “Poka – Yoke”, capaces de identificar un estado no deseado en el proceso de producción y detenerlo, previniendo así la fabricación de piezas defectuosos.”[13]

En el artículo de Deuse, J. Nos menciona que, tenemos que este sistema se aplicó a un telar que monitorizaba mecánicamente cada hilo. Cuando un hilo se rompía en la maquina se detenía, permitiendo que el operario pudiera reparar el proceso de tejido. Sin embargo, la rotura de hilos no podía prevenirse, lo que resultaba en tiempo de inactividad de las máquinas y procesos correctivos para los trabajadores. Esto mostro que la detección de fallas en materiales o procesos antes de que se produjeran defectuoso podría mejorar aún más la efectividad del proceso.[14]

b. Segunda Generación o Jidoka 2.0

“Este sistema ayudaron a mejorar al integrar alarmas visuales y auditivas “Andon”, notificando de manera más efectiva a los operadores sobre el problema de calidad dentro del proceso.” [14]

c. Tercera Generación o Jidoka 3.0

“Incorporaron características avanzadas de hardware y software. Estos sistemas no solo detectan fallos, sino que también apoyan a los operadores en el diagnóstico de problemas mediante el procesamiento de señales de sensores y listas de códigos de erros, también conocidas como 3 reglas de Jidoka”. [14]

d. Cuarta Generación o Jidoka 4.0

“Estos sistemas se caracterizan por su capacidad de integración con diversos componentes de software y hardware, como sensores, actuadores y controladores, junto con capacidades analíticas avanzadas. Gracias a estos avances, ahora es posible detectar y diagnosticar problemas antes de que se presenten, e incluso corregirlos en algunos casos.”[14]

1.3.5 Value Stream Mapping (VSM)

Zaharaee, M. Nos resalta que uno de los pilares del lean manufacturing es el “Value Stream Mapping” lo que significa Mapa de flujo de valor, es una herramienta que permite visualizar y analizar el flujo de valor en una cadena de producción. Identifica tanto las actividades que añaden valor como aquellas que no lo hacen, con el objetivo de eliminar y optimizar el proceso en general.[15]

Se aplica para mapear visualmente el flujo de producción de una empresa, desde el pedido de un cliente hasta la entrega del producto final. A través de este mapa, se pueden identificar los cuellos de botella, ineficiencias y actividades que no agreguen valor, permitiendo tomar decisiones detalladas para mejorar el proceso productivo.

Castillo, C. Nos menciona que la utilización del VSM en la industria de los calentadores ha mostrado ser especialmente útil para reducir el tiempo de entrega de producción (lead time) y optimizar el tiempo de valor en las etapas claves de fabricación. Por ejemplo, un estudio de caso demostró que la implementación de esta herramienta, en conjunto con la simulación por computadora, permitió reducir el tiempo total de producción en 17,5 días a 11 días, y el tiempo de valor agregado disminuyó de 314 segundos a 2415 segundos.[16]

“La implementación del lean manufacturing y el VSM en la industria trae varios beneficios, entre los cuales destacan:”[16]

La **Tabla 2** resalta cómo la implementación de herramientas de manufactura esbelta puede transformar las operaciones de una empresa. Estas herramientas no solo fomentan la mejora continua, sino que también impulsan una cultura organizacional enfocada en la eficiencia y la innovación. Al aplicarlas, las empresas pueden lograr una mayor sostenibilidad operativa, optimizando procesos y adaptándose de manera ágil a las exigencias del entorno competitivo, lo que les permite mantenerse competitivas y rentables a largo plazo.

Tabla 2 Beneficios del VSM

Beneficio	Descripción
Reducción de tiempos muertos	Al identificar actividades que no agregan valor, las empresas pueden eliminarlas o reducirlas, lo que disminuye el tiempo de inactividad en las líneas de producción.
Mejora de la Calidad	Los sistemas esbeltos permiten detectar problemas en tiempo real, reduciendo la cantidad de productos defectuosos y mejorando la calidad del producto final.
Aumento de la eficiencia	Al optimizar los procesos y recursos, se maximiza la producción con el mínimo desperdicio posible.
Adaptabilidad	Permite a las empresas ser más flexibles frente a cambios en la demanda del mercado, ajustando rápidamente u producción sin atraer a grandes costos adicional
Reducción de inventarios	Con la aplicación del VSM y métodos como el “Kanban”, las empresas pueden minimizar sus niveles de inventario y adoptar una producción “justo a tiempo”, lo que reduce costos operativos y optimiza el uso de recursos.

1.3.6 SMED

Bukhsh, M. Nos da a conocer que el termino SMED proviene del inglés “Single Minute Exchange of Die” que se refiere al cambio rápido de la herramienta o matriz en minutos de un solo digito. Es una técnica clave dentro del Lean Manufacturing, cuyo objetivo principal es disminuir los tiempos de preparación, lo que permite trabajar con

lotes más pequeños. Al reducir los tiempos de fabricación, se logran importantes mejoras en los plazos de entrega y en la reducción de costos operativos.[17]

Martinez, D. nos resalta que permite una mayor flexibilidad en la producción, ya que, al reducir el tiempo de cambio entre procesos, es posible ajustar la producción según la demanda sin comprometer la eficiencia. Además, esta técnica mejora la capacidad de respuesta ante cambios en las necesidades de los clientes, incrementando la competitividad de la empresa.[18]

Tiene ventajas como son:

a. Mejorar la eficiencia

“Mejora la eficiencia general del equipo de trabajo y de la maquinaria, optimizando la disponibilidad del equipo, aumentando su capacidad productiva y reduciendo costos asociados con el tiempo de inactividad.” [19]

b. Simplificación del proceso

“Al adoptar métodos de cambios rápidos y estandarizados, se minimian el riesgo de cometer errores, facilita el entrenamiento de nuevos operrios y se reducen defectos en el proceso de *producción*.” [19]

c. Estandarización del Proceso

Establecer un proceso estandarizado no solo garantiza una mayor consistencia entre los equipos y los operarios, sino que también disminuye la dependencia de la experiencia individual de cada trabajador para garantizar una producción eficiente”[19]

1.3.7 Kanban

Rudi, A. menciona que Kanban es una herramienta muy importante en el Lean Manufacturing, cuyo objetivo principal es gestionar de manera eficiente el inventario y asegurar un flujo continuo de materiales a lo largo del proceso de producción. Permite rastrear el progreso del trabajo en cada etapa, asegurando que los materiales y los productos se muevan de manera fluida entre las distintas fases de fabricación.”[20]

Htun, A. Destaca que esta herramienta se dedica a reducir o eliminar el exceso de inventario entre las operaciones intermedias, lo que evita la acumulación innecesaria de materiales y productos en procesos. Para tener una buena optimización del tiempo de producción y en un cumplimiento más preciso de los plazos de entrega que requiere el

cliente. Al tener un mejor control sobre los niveles de inventario, se mejora la eficiencia global del proceso productivo.[21]

Tiene beneficios que ayudan a las empresas al implementar esta herramienta las cuales se toman de la investigación de Castellano, L. la cuales se explicaran a continuación. [22]

a. Mejora la calidad del producto

Permite detectar de manera inmediata los defectos o problemas que puedan ocurrir durante la producción, lo que facilita la implementación de soluciones rápidas para corregir los errores producidos. Al identificar y resolver defectos a medida que ocurren, se disminuye la probabilidad de que productos defectuosos lleguen al cliente final, lo que contribuye a mejorar la satisfacción del cliente.

b. Reducción de productos almacenados

Permite liberar espacio en la planta de producción y reducir los costos asociados al almacenamiento excesivo. Esto favorece a la empresa a mantener el inventario necesario minimizando el desperdicio y optimizando los recursos disponibles.

1.3.8 Poka Yoke

“Es una herramienta muy importante para mejorar los procesos productivos, diseñada para prevenir errores humanos y asegurar que los productos se fabriquen de manera correcta desde el principio. Su principal objetivo es evitar que se cometan errores que puedan generar defectos en el producto final, lo que, a su vez, ayuda a reducir los costos a lo corrección de fallos y reprocesos. Al implementar esta herramienta se garantiza que tanto los dispositivos como los procedimientos funcionen de manera segura y eficiente, minimizando la posibilidad de que los errores pasen desapercibidos.”[23]

Esta herramienta tiene dos enfoques que nos resalta Kumar, R. La cual se detallará a continuación. [24]

2. Métodos de advertencia

Estos sistemas se activan cuando ocurre una falla en el proceso. De manera rápida, una alerta es enviada al operario a través de una alarma visual o sonora, lo que le permite detectar y corregir el problema de manera rápida, antes de que avance a la siguiente etapa del proceso.

3. Métodos de control

El sistema no solo avisa del error, sino que automáticamente detienen el proceso o impide que el error continúe. Esto asegura que las fallas se gestionen en el momento en que ocurren, evitando que el producto defectuoso avance en la línea de producción.

Rahardjo, F. Menciona que las empresas no solo logran una producción más eficiente y con menos desperdicios, sino que también evitan costos adicionales derivados de la fabricación de productos defectuosos. Al prevenir errores desde el inicio, se mejora la calidad del producto y se reducen los tiempos de inspección y corrección, lo que permite un flujo de trabajo más fluido y rentable. [25]

1.3.9 Just inTime (JIT)

“Es una metodología de gestión de producción que busca optimizar los procesos productivos mediante la reducción de desperdicios y el suministro de los materiales necesarios justo en el momento en que son requeridos. El objetivo principal es mejorar la eficiencia, asegurando que solo se fabriquen los productos necesarios, en las cantidades exactas y en el momento preciso para satisfacer la demanda del cliente.”[26]

Garcia, L. Nos detalla que el sistema de planificación y control de operaciones dentro del JIT es fundamental, ya que se organiza y controla el flujo de materiales y la producción en todo el entorno de manufactura. En líneas de producción, los procesos se equilibran para minimizar los tiempos de configuración y maximizar el flujo de materiales. Esto garantiza que los productos se fabriquen de manera continua sin interrupciones innecesarias. Sin embargo, en el caso de máquinas de uso general, es necesario configurarlas antes de cada producción específica, lo que genera pausas en el flujo de trabajo.[27]

Milewski, D. Da a conocer que el control del JIT es eficaz en entornos de industria manufacturera, ya que requiere una coordinación precisa entre la producción y la demanda del cliente. Puede integrarse en un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP), siempre y cuando la empresa opere en un entorno compatible con los principios del IT. Este entorno se basa en la producción sin excesos, con ciclos de entrega cortos y un enfoque constante en la eliminación de desperdicios. Esta investigación nos da un ejemplo.[28]

Si los productos se diseñan con similitudes en sus procesos de fabricación, se pueden agrupar en una línea de producción dedicada, lo que reduce la necesidad de ajustes

frecuentes. De este modo, el flujo de materiales se mantiene constante y los tiempos de inactividad se minimizan.

El JIT es una filosofía que busca crear un entorno de manufactura ágil y eficiente donde los materiales y productos fluyen de manera continua y precisa a lo largo del proceso productivo. Su implementación adecuada mejora la flexibilidad de la producción, reduce costos operativos y mejora la capacidad de respuesta ante las necesidades del cliente.

1.3.10 5S

Según la investigación de Ramos. La herramienta de las “5S” tiene como objetivo fomentar una cultura entre los trabajadores que este enfocado en el orden, limpieza y disciplina. Esta metodología no solo busca mejorar el entorno laboral, si no también promover hábitos que permitan a las personas desarrollar una mejor organización en sus actividades diarias. [29]

Al implementar este enfoque dentro de una empresa, se intenta minimizar los problemas que pueden surgir dentro de las diferentes áreas operativas, mejorando así la eficiencia y productividad, además, se debe tener en cuenta que esta cultura de organización y disciplina so solo se limite al ámbito laboral, sino que también sea incrementada en la vida cotidiana de las personas, obteniendo un estilo de vida más estructurado y eficientes en todos los aspectos.

“Son un conjunto de principios de gestión visual y organización del lugar de trabajo desarrollados en Japón, conocidos por su eficacia en mejorar la eficiencia, la seguridad y la calidad en diversos entornos industriales y empresariales.” [30]

A continuación, te proporciono una breve historia y desarrollo de dicha herramienta:

Montes, R. nos da a conocer que esta herramienta tiene sus raíces en las prácticas de gestión japonesas, particularmente en las décadas de 1950 y 1960, cuando Japón estaba reconstruyendo su economía después de la Segunda Guerra Mundial. Las empresas japonesas, inspiradas por las técnicas de gestión de calidad de W. Edwards Deming y otros, buscaban métodos prácticos para mejorar la organización y la eficiencia en el lugar de trabajo.[31]

Este término proviene de cinco palabras japonesas que comienzan con "S", cada una de las cuales representa un principio específico para la organización y mantenimiento del lugar de trabajo.

“A partir de la década de 1980, las 5S se popularizaron fuera de Japón como parte de la metodología Lean Manufacturing y la gestión de la calidad total (TQM). Las empresas occidentales adoptaron las 5S como una herramienta efectiva para mejorar la productividad, la calidad y la seguridad en el lugar de trabajo.” [32]

Hoy en día, las 5S se aplican en una amplia gama de industrias, incluidas manufactura, servicios, salud, educación, entre otras. Las organizaciones la utilizan no solo para mejorar la eficiencia operativa y reducir costos, sino también para crear un entorno de trabajo más seguro, organizado y agradable para los empleados. Además, han servido como base para el desarrollo de otras metodologías de gestión visual y organizacional, como el Lean Manufacturing, Kaizen (mejora continua) y Six Sigma, todas las cuales comparten el objetivo común de eliminar desperdicios, mejorar procesos y satisfacer las necesidades del cliente de manera eficiente.

Las 5S han evolucionado desde su origen en Japón como un método para mejorar la organización y eficiencia en el lugar de trabajo hasta convertirse en una herramienta fundamental para la gestión de calidad y la mejora continua en todo el mundo empresarial actual.

- **Seiri (Organizar)**

“Proceso de separar los elementos necesarios de los puestos de trabajo y eliminar aquellos que no son esenciales del área de trabajo. El objetivo principal es reducir el desorden y la acumulación de objetos que no contribuyen directamente al proceso productivo o al servicio ofrecido.” [33]

Al llevar a cabo esta organización, se busca crear un entorno más limpio y ordenado que facilite la realización de tareas diarias. Un espacio laboral bien organizado no solo mejora la eficiencia individual, sino que también potencia la colaboración entre los miembros del equipo, al eliminar distracciones y permitir un enfoque más claro a las actividades a realizar. La organización no solo beneficia la productividad, también contribuye a un ambiente laboral más positivo y dinámico.

La **Tabla 3** detalla los principales beneficios asociados con la aplicación de Seiri, la primera etapa de la metodología japonesa 5S. Este paso inicial se centra en la eliminación de elementos innecesarios en el lugar de trabajo, lo que contribuye a mejorar el desempeño general. Además, establece una base sólida para un entorno organizado,

seguro y eficiente, favoreciendo la productividad y facilitando la transición hacia las etapas posteriores de la metodología.

Tabla 3 Beneficios de Seiri

Beneficio	Descripción
Reducción de desperdicios	Eliminar elementos innecesarios reduce el tiempo perdido buscando herramientas o materiales y minimiza el espacio utilizado por objetos que no contribuyen al trabajo diario.
Mejora de la Eficiencia	Al tener solo los elementos esenciales en el lugar de trabajo, los empleados pueden realizar sus tareas de manera más rápida y eficiente.
Mejoramiento de Seguridad	Menos desorden significa menos riesgo de accidentes y caídas en el lugar de trabajo, mejorando así las condiciones de seguridad.
Ambiente Ordenado y Mejorado	Seiri establece las bases para mantener un entorno de trabajo organizado y limpio, lo que facilita la implementación de las siguientes etapas de las 5S (Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke).

Seiri como parte de las 5S no solo mejora la organización física del lugar de trabajo, sino que también fomenta una cultura de orden y eficiencia que puede tener un impacto positivo significativo en la productividad y la moral de los empleados.

- **Seiton (Ordenar)**

Seiton, la segunda fase de las 5S se traduce como "Orden" en español y constituye un paso crucial para mejorar la eficiencia y la productividad en el lugar de trabajo.

Avilés, J. Resalta que esta herramienta se centra en organizar de manera sistemática los elementos esenciales que han sido clasificados y mantenidos durante la fase anterior, Seiri (Clasificación). El objetivo principal es asegurar que todo esté en su lugar correcto y sea fácilmente accesible para los trabajadores, minimizando el tiempo perdido buscando herramientas, materiales u otros elementos necesarios para llevar a cabo las tareas diarias.[34]

El **Tabla 4** explica como ayudaría a la mejora de la organización física del lugar de trabajo, sino que también contribuye a crear un ambiente laboral más seguro, eficiente y agradable, proporcionando una base clara para las fases posteriores de las 5S y otras iniciativas de mejora continua.

Tabla 4 Beneficios de Seiton

Beneficio	Descripción
Reducción de tiempos de búsqueda	Al organizar el lugar de trabajo de manera ordenada y lógica, los empleados pueden encontrar rápidamente lo que necesitan, lo que reduce los tiempos de búsqueda y aumenta la eficiencia.
Optimización del Espacio	Utilizar el espacio de manera más eficiente al almacenar elementos de manera ordenada y compacta, lo que puede liberar espacio adicional para otros usos o actividades.
Mejora de Seguridad	Un lugar de trabajo ordenado reduce el riesgo de accidentes y lesiones al minimizar el desorden y los obstáculos en las áreas de trabajo.
Fomento de la disciplina	Promueve una cultura de trabajo organizado y disciplinado entre los empleados, lo que puede tener efectos positivos en la moral y la productividad general.

- **Seiso (Limpieza)**

Hernandez, C. Menciona que este proceso de limpiar y mantener en condiciones óptimas el lugar de trabajo, los equipos, las herramientas y cualquier área donde se realicen actividades laborales. El objetivo principal es eliminar la suciedad, los desechos y cualquier fuente de contaminación visible para mejorar la eficiencia, la seguridad y la calidad en el lugar de trabajo.[35]

La **Tabla 5** destaca los beneficios clave de implementar Seiso, la tercera etapa de las 5S. Este paso se centra en la limpieza como una práctica esencial para mantener un entorno laboral seguro, eficiente y agradable.

Tabla 5 Beneficios de Seiso

Beneficio	Descripción
Mejora de la Seguridad en el ámbito laboral	Reducción de riesgos de accidentes y lesiones al mantener un entorno limpio y libre de obstáculos o peligros ocultos.
Preservación de equipos	La limpieza regular y adecuada ayuda a prolongar la vida útil de equipos y herramientas al prevenir la acumulación de suciedad y daños por contaminación.
Mejora de la Calidad	Un entorno limpio contribuye a mantener altos estándares de calidad al reducir la posibilidad de contaminación o defectos en los productos.
Clima laboral positivo	Un lugar de trabajo limpio y ordenado promueve un ambiente laboral más agradable y motivador para los empleados, lo que puede aumentar la moral y la satisfacción en el trabajo.

- **Seiketsu (Estandarizar)**

Cornejo, J. Resalta que este paso se centra en establecer estándares claros y uniformes para mantener las prácticas de las primeras tres S (Seiri, Seiton, Seiso) de manera consistente y sostenible en toda la organización. El objetivo principal es asegurar que las mejoras logradas mediante las 5S se mantengan a lo largo del tiempo y se conviertan en parte de la cultura organizacional. [36]

La **Tabla 6** describe los beneficios clave de implementar la cuarta etapa de las 5S. Este principio de estandarización no solo mejora la organización y la eficiencia en el entorno laboral, sino que también impulsa una cultura de mejora continua y un compromiso con la excelencia en las operaciones de la empresa.

Tabla 6 Beneficios de Seiketsu

Beneficio	Descripción
Consistencias y estabilidad	Garantizar que las prácticas de organización, limpieza y orden se mantengan consistentes en toda la organización, independientemente de los cambios de personal o condiciones operativas.
Sostenibilidad de mejoras	Hay que asegurar que las mejoras logradas mediante las 5S no sean temporales, sino que se conviertan en parte integral de la cultura organizacional y contribuyan a la mejora continua.
Facilitación del control de calidad	Establecer estándares y procedimientos uniformes facilita el control de calidad al asegurar que todos los elementos esenciales estén disponibles y en condiciones óptimas para su uso.
Eficiencia operativa	Promover la eficiencia al minimizar la variabilidad en los procesos y asegurar que todos los recursos necesarios estén disponibles de manera oportuna y organizada.

- **Shitsuke (Disciplina)**

“Se refiere a la práctica de mantener y mejorar de forma continua los estándares establecidos mediante las 5S. No se trata solo de seguir las normas de manera superficial, sino de internalizar los principios de organización, limpieza y orden en la cultura organizacional y en el comportamiento diario de todos los empleados.”[33]

La **Tabla 7** muestra los beneficios de aplicar Shitsuke, la última etapa de las 5S, que se centra en la sostenibilidad a largo plazo de las mejoras, el crecimiento de los empleados, y la mejora continua dentro de la organización.

Tabla 7 Beneficios de Shitsuke

Beneficio	Descripción
-----------	-------------

Sostenibilidad a largo plazo	Garantizar que las mejoras logradas mediante las 5S no sean temporales, sino que se conviertan en parte arraigada de la cultura organizacional.
Crecimiento y desarrollo	Promover el desarrollo personal y profesional de los empleados a través de la adopción de hábitos disciplinados que mejoran la organización y eficiencia en el trabajo.
Mejora continua	Facilitar la mejora continua al fomentar una mentalidad de autoevaluación y búsqueda constante de mejores prácticas.
Competitividad y eficiencia	Mejorar la competitividad de la organización al optimizar procesos, reducir costos y aumentar la satisfacción del cliente mediante la propuesta de implementación sostenida de las 5S.

Capítulo II: Metodología y Análisis

2.1. Metodología

Esta parte del capítulo se explicará la metodología que guiará la investigación sobre el tema denominado “Propuesta de mejora de los procesos productivos de la empresa Metalmecánica Metalinox aplicando herramientas de manufactura esbelta”. El objetivo es implementar un enfoque sistemático que permita optimizar los procesos productivos, reducir tiempos y eliminar desperdicios, asegurando que las soluciones diseñadas sean sostenibles y escalables en el tiempo, considerando las características específicas de la organización.

La metodología planteada sigue los principios descritos por Medina, R. Destaca la importancia de seleccionar estrategias adaptadas al contexto operativo y validar continuamente su impacto. Este enfoque será complementado con los lineamientos propuestos por Vizcaíno [37], quienes enfatizan la necesidad de integrar métodos cualitativos y cuantitativos para enriquecer el análisis de los fenómenos industriales y sociales. [38]

Para el desarrollo de esta investigación, se ha definido un marco metodológico estructurado en varias fases interconectadas. La primera fase consiste en un diagnóstico exhaustivo de los procesos productivos actuales, donde se emplearán técnicas como la observación directa en planta, entrevistas semiestructuradas al personal operativo y la revisión de registros históricos de producción. Esta etapa inicial permitirá identificar los principales puntos críticos y áreas de mejora, como los cuellos de botella, los desperdicios recurrentes y las ineficiencias en el flujo de materiales.

En la segunda fase, se seleccionarán herramientas de manufactura esbelta que sean pertinentes para la naturaleza de los problemas detectados. Estas herramientas incluirán 5S para mejorar la organización del espacio de trabajo, el Mapeo de la Cadena de Valor (VSM) para identificar y reducir actividades que no generan valor, y Kaizen para promover una mejora continua a través de pequeños ajustes incrementales. Según Medina, R. Estas herramientas son clave para lograr cambios sostenibles en entornos productivos. [38]

La tercera fase comprende el diseño de propuestas específicas de mejora. Estas serán desarrolladas considerando las limitaciones y recursos actuales de Metalinox, como la capacidad instalada, las competencias del personal y las restricciones presupuestarias.

Además, las propuestas incluirán diagramas de flujo optimizados, nuevas configuraciones de layout y programas de capacitación que promuevan la implementación efectiva de las estrategias planteadas.

En la cuarta fase, se realizarán pruebas piloto para validar las propuestas diseñadas. Estas pruebas permitirán analizar el impacto de los cambios en un entorno controlado antes de su implementación total. Como menciona, Vizcaíno, P, y Cedeño, J. Las pruebas preliminares son esenciales para garantizar que las modificaciones sean viables y generen los beneficios esperados sin afectar negativamente las operaciones en curso. [37]

Finalmente, en la última fase, se implementarán las propuestas validadas y se establecerá un sistema de seguimiento y control basado en indicadores clave de desempeño (KPIs). Estos indicadores incluirán la reducción del tiempo de ciclo, el incremento en la productividad y la disminución de defectos. Además, se elaborará un plan de monitoreo continuo que asegure la sostenibilidad de las mejoras y permita realizar ajustes según las necesidades futuras de la empresa.

La investigación seguirá los principios éticos descritos por Ramos, S, y Aníbal, G. Asegurando la confidencialidad de los datos recolectados y el consentimiento informado de los participantes. Este enfoque, basado en un diseño que garantizará que las soluciones propuestas no solo respondan a las necesidades actuales de Metalinox, sino que también se proyecten como un modelo replicable y escalable para otras empresas de la industria. [39]

2.2. Tipos de Investigación

La investigación científica es una base fundamental para el desarrollo del conocimiento en todas las áreas del saber. “Constituye un proceso sistemático que, a través de diversas estrategias, busca comprender fenómenos, resolver problemas específicos y generar información que contribuya al avance social, económico y cultural”. [40]

De acuerdo con Haro Sarango, "la clasificación y los tipos de investigaciones ofrecen un marco para comprender la diversidad de enfoques y metodologías aplicables, facilitando la organización sistemática de los estudios según sus características y propósitos". [41]

Este marco de referencia no solo guía el proceso investigativo, sino que también garantiza que los resultados sean positivos y válidos dentro del contexto en el que se aplican.

Delgado, J. Destaca que el tipo de investigación elegido está directamente relacionado con la naturaleza del problema y los objetivos del estudio. Como menciona José Delgado, "cada tipo de investigación tiene un propósito único que responde a preguntas específicas, por lo que su selección debe realizarse cuidadosamente en función del alcance deseado"[42].

2.2.1. Investigación Descriptiva

Es un enfoque metodológico que busca identificar, detallar y analizar las características específicas de un objeto de estudio, grupo social, proceso o alguna situación en general. Se enfoca en describir tal y como sucede en su contexto natural. Su objetivo principal es proporcionar una visión detallada y precisa que permita comprender las características de lo que se está analizando. Según Guevara C. "Esta metodología se basa en el "registro, análisis e interpretación de hechos actuales, poniendo énfasis en cómo se desarrollan y cuáles son sus componentes más importantes." [43]

Por otro lado, Ramos C. Define la investigación descriptiva como un proceso que utiliza criterios sistemáticos para identificar patrones y características fundamentales, ayudando a estructurar y ordenar la información obtenida para su posterior análisis y comprensión. [44]

Esta investigación es muy importante para analizar aspectos como la implementación de herramientas Lean Manufacturing y la metodología 5S, observando cómo estas influyen en la organización, productividad y reducción de desperdicios.

La **Tabla 8** describe las características clave de una Investigación Descriptiva, enfocada en analizar situaciones y procesos específicos dentro de una organización. Esta investigación se basa en la recopilación de datos reales sobre los procesos productivos, utilizando herramientas de lean manufacturing para identificar áreas de mejora.

Tabla 8 Características Investigación Descriptiva.

Característica	Descripción
Datos basados en la realidad productiva	La investigación recopilara información precisa sobre los procesos operativos de la empresa, como tiempo de producción, utilización de materiales,

	nivel de desperdicio y eficiencia en el flujo de trabajo.
Enfoque con aspectos observables y medibles	Se tomará en cuenta los elementos más importantes dentro de la metodología de las “5S” como son la limpieza y el orden dentro de las áreas de trabajo, además, de los movimientos de los trabajadores en la línea de producción y los indicadores de rendimiento establecidos por la empresa.
Identificación de oportunidades de mejora	Basándonos en la observación y el análisis, se podrá detectar puntos críticos en la organización para proponer soluciones basadas en la herramienta del lean manufacturing.
Utilización de herramientas de lean manufacturing específicas	La recopilación de datos se realizará mediante observaciones directas dentro de la empresa y encuestas dirigidas al personal, asegurando que la información sea real.
Objetividad en la recopilación de información	Se enfocará en observar y registrar lo que de manera imparcial sin influir ni alterar las actividades diarias de la empresa. Lo que asegurara que los datos obtenidos sean reales.

2.2.2. Investigación Analítica

Según, Somano K. Se utiliza para descomponer un problema o fenómeno para comprender sus posibles causas y efectos. En lugar de solo observar los hechos tal y como son, esta investigación busca interpretar la información obtenida a través de análisis que se realizan a profundidad, buscando relaciones y patrones en los diferentes factores involucrados. La aplicación de este método es importante para descubrir las principales relaciones causales que afecten al funcionamiento de un proceso o situación. [45]

Este enfoque será utilizado dentro de la empresa “Metalmecánica Metalinox” para analizar a profundidad los procesos productivos de la empresa, identificando los factores que afectan la eficiencia y así proponer soluciones para mejorar.

La **Tabla 9** describe las características de esta investigación, la cual se enfoca en descomponer los procesos productivos en partes más pequeñas y analizables, identificar las relaciones entre los diferentes elementos involucrados, y clasificar los componentes esenciales para mejorar la eficiencia del proceso. Este enfoque permite detectar áreas clave para optimizar el rendimiento y coordinar mejor las operaciones.

Tabla 9 Características Investigación Analítica.

Característica	Descripción
Descomposición de los procesos productivos	Se utiliza para descomponer los procesos de producción en partes más pequeñas y manejables. Esto implica analizar las áreas de producción cada uno por separado como la maquinaria, el flujo de materiales y los tiempos de trabajo.
Identificación de relaciones entre los elementos	Se estudiarán las interacciones entre los tiempos de operación de las máquinas, la cantidad de materiales utilizados y la eficiencia del personal para detectar posibles áreas de mejora en la coordinación de las operaciones.
Clasificación de los elementos esenciales	Al analizar el proceso productivo, se procederá a identificar y clasificar los elementos más relevantes como las maquinarias que se utilizan con mayor frecuencia, las tareas que más tiempo consumen y los cuellos de botella que reducen la producción.

2.2.3. Investigación Aplicada

Esta investigación tiene como objetivo resolver problemas prácticos y concretos mediante la aplicación de métodos científicos y teorías existentes. En lugar de generar nuevos conocimientos teóricos, busca aplicar los conceptos u descubrimientos existentes a situaciones del mundo real.[46]

De acuerdo con “Castro, M, y Camargo, C. La investigación aplicada se oriente a la obtención de nuevos conocimientos, pero con un propósito claro. Resolver problemas concretos dentro del contexto específico. Utiliza los conocimientos previos de la investigación básica y los aplica a objetivos concretos, como la mejora de procesos, la creación de prototipos, o la implementación d nuevas tecnologías.” Por lo tanto, la investigación aplicada no solo busca entender un fenómeno, sino también encontrar soluciones prácticas y efectivas. [47]

Esta investigación dentro de Metalmecánica Metalinox se podrá utilizar para proponer la implementación de cambios específicos en los procesos productivos de la empresa con el fin de aumentar la eficiencia y reducir costos operativos.

En la siguiente **Tabla 10** se definen los aspectos clave dentro del estudio de la investigación aplicada, destacando como su enfoque practico permite abordan problemas reales y generar soluciones efectivas en diversos contextos.

Tabla 10 Características Investigación Aplicada.

Característica	Descripción
Enfoque Practico	Se enfoca en resolver problemas específicos dentro de la empresa como la desorganización de las herramientas o los tiempos de espera.
Implementación de Mejoras	Se propondrá la implementación de las herramientas de “Lean Manufacturing” en área de producción, ensamblaje y se tratará de medir el impacto que puede producir esta implementación.

Evaluación de resultados	Se evaluará los resultados obtenidos, midiendo la reducción de tiempos muertos y aumento de la productividad.
Soluciones para mejorar la eficiencia dentro de la empresa	Se adaptará soluciones a las necesidades de la empresa, basada en el análisis previo realizado.

2.2.4. Investigación Bibliográfica

Según Toala.G, y Mendoza. A.[48] La investigación bibliográfica se utiliza para recopilar y analizar información proveniente de diversas fuentes documentadas, como libros, artículos científicos y estudios previos. Este tipo de investigación tiene como objetivo conocer las teorías y enfoques existentes sobre el tema de estudio, lo que permite construir un marco teórico bien detallada para orientar la investigación práctica.

Esta investigación será fundamental para obtener una comprensión sobre las metodologías de Lean Manufacturing, su impacto en la eficiencia y productividad en el sector metalmecánico, y como han sido implementadas en empresas similares.

La **Tabla 11** presenta las características de la Investigación Bibliográfica, que incluye la revisión de teorías existentes, el análisis de casos de empresas que han implementado con éxito metodologías similares, y la adaptación de estas prácticas al sector específico de la empresa. Además, se identifican las mejores prácticas utilizadas por otras organizaciones para guiar el proceso de mejora.

Tabla 11 Características de la Investigación Bibliográfica.

Características	Descripción
Revisión de teorías existentes	Se revisará la información más importante sobre Lean Manufacturing y como esta metodología ha sido aplicadas en sectores industriales.
Estudio de casos similares	Se analizarán estudios de cada de empresas que han implementado con éxito estas metodologías, enfocándose en los resultados obtenido en cuanto a

	eficiencia, reducción de costos y mejora en la calidad.
Contextualización en el sector	Obtener información sobre como la mejora continua se puede adaptar a la empresa y sus características operativas.
Identificación de mejores practicas	Se identificarán las herramientas utilizadas para otras empresas en la implementación de esta metodología, lo que servirá como guía para el proceso de mejora de la empresa.

2.3. Métodos de Investigación

La metodología de investigación se refiere al conjunto de métodos, procedimiento y técnicas que se utilizan para recopilar, analizar y procesar información con el fin de resolver un problema en específico o responder alguna pregunta de investigación.

Según Burgos.P, y Masquez.A. “La metodología de investigación es el camino que sigue el investigador para alcanzar sus objetivos, teniendo en cuenta el tipo de problema que se quiere resolver y la naturaleza de los datos que se van a recolectar”. [49]

Los métodos de investigación constituyen un elemento esencial en cualquier estudio, ya que establece el enfoque general y detalla los pasos específicos que se llevarán a cabo para garantizar que los resultados sean válidos y aplicables al contexto planteado. En el caso de la presente propuesta, los métodos de investigación seleccionados desempeñan un papel clave al ofrecer herramientas adecuadas para analizar de manera rigurosa la información recopilada.

Este enfoque no solo permite verificar la autenticidad de los datos, sino que también asegura su relevancia y aplicabilidad a los objetivos del estudio. Como resultado, se generan conclusiones fundamentadas y confiables que contribuyen a la credibilidad del trabajo y facilitan la implementación práctica de los hallazgos.

Esto será importante para propuestas metodologías de “Lean Manufacturing”, en los procesos de producción y mantenimiento. Se centrará en varios métodos para obtener una visión en general de la situación actual en la empresa y las oportunidades de mejora.

2.3.1. Método Descriptivo

El método descriptivo es una metodología de investigación la cual se centra en detallar fenómenos, procesos o situaciones las cuales se presentan en su entorno natural. Su objetivo principal es poder detallar y recopilar la información precisa, esto permite identificar los patrones los cuales se pueden analizar dentro del sistema esto dependiendo de sus características, comportamientos específicos de un objeto de estudio.

Dentro de la investigación de Abreu, J. El método descriptivo su objetivo principal es presentar de una manera detallada, precisa y estructurada de una realidad específica a través de descripciones del proceso, estas sean narrativas, numéricas o gráficas. Este tipo de enfoque trata de ofrecer el conocimiento basado en la observación directa del proceso o fenómeno en cuestión, la información la cual se va a obtener de este tipo de método de investigación va a ser datos relevantes de la realidad estudiada. [50]

Dentro de la “Propuesta de mejora de los procesos productivos de la empresa Metalmecánica Metalinox aplicando herramientas de manufactura esbelta” el método descriptivo se va a utilizar de tal manera la cual pueda utilizarse partiendo de una observación detallada de los procesos actuales de la empresa. Esto principalmente puede describir los puestos de trabajo y el flujo de materiales, así como identificar las actividades dentro de la línea de producción y registrar los tiempos de ciclo. A través de este enfoque del método descriptivo, se puede documentar la información generando reportes de las áreas a mejorar.

2.3.2. Método Experimental

Dentro de los diferentes métodos de investigación, el método experimental se lo conoce como la manipulación controlada de las diferentes variables a estudiar y su impacto relacionado con el resultado. Este tipo de enfoque establece las relaciones de causa y efecto, el objetivo principal de este método de investigación es dar a exponer resultados los cuales causen las variables, esto quiere decir que la variable independiente (causa) afecta a la variable dependiente (efecto).

El método experimental se lleva a cabo en un entorno cuidadosamente controlado, con el objetivo de describir de manera precisa cómo y por qué ocurre un determinado evento o fenómeno. Esta metodología permite investigar las relaciones causales entre variables, ya que, a través de la manipulación controlada de las mismas, el investigador puede observar los efectos directos que una variable independiente tiene sobre una dependiente. Los

métodos experimentales son particularmente útiles cuando se desea probar una hipótesis que implique una relación causal, ya que permiten establecer de forma rigurosa y sistemática las conexiones entre las variables estudiadas.

Dentro de la investigación de Vizcaino P. Cedeño R. y Maldonado I. nos resaltan que los métodos preexperimentales, cuasiexperimentales y experimentales puros son enfoques de investigación cuantitativa. Cada uno tiene un propósito específico y se diferencia en los procedimientos utilizados para establecer relaciones causales entre variables. La elección del método dependerá de las limitaciones, objetivos y la viabilidad de la asignación aleatoria. [51]

Este método se va a utilizar para probar diferentes soluciones propuestas, esto mediante la implementación de herramientas de manufactura esbelta, como las 5S, Kanban o el análisis de valor. A través de la manipulación controlada de las variables como el tiempo de ciclo, el volumen de producción, o costos operativos, estos cambios pueden establecer mejoras significativamente dentro de los procesos.

2.3.3. Método Comparativo

Se conoce como método comparativo a un tipo de investigación la cual se enfoca en analizar el mismo proceso o fenómeno, y encontrar similitudes o diferencias entre ellos, esto se puede utilizar entre dos o más procesos. Este enfoque es útil en identificar patrones, tendencias o singularidades que puedan ofrecer una comprensión más amplia de un objeto de estudio.

Estos métodos son comúnmente empleados en investigaciones donde es necesario comparar y contrastar diversas realidades o situaciones, con el fin de analizar sus diferencias y similitudes. A partir de este análisis comparativo, se pueden formular conclusiones que sean tanto generales como específicas, dependiendo de los objetivos del estudio y del contexto en el que se aplique.

Según lo señalado por García P. La implementación del "Método Comparativo Constante" permite al investigador desarrollar un enfoque analítico al combinar la observación empírica con la construcción de un marco teórico sólido. Este método facilita el análisis sistemático de datos y situaciones, integrando la experiencia práctica con la teoría fundamentada. [52]

Este método dentro de la propuesta en la empresa Metalinox, se puede aplicar dentro de la investigación para poder comparar el estado actual de los procesos de la compañía y el estado después de implementar las herramientas de manufactura esbelta, este tipo de enfoque permite comparar los datos como tiempos de producción, calidad del producto, costos operativos o el índice a comparar. Al identificar este tipo de diferencias dentro de los procesos se puede evaluar la efectividad de las estrategias implementadas de manufactura esbelta.

2.3.4. Método Cuantitativo

Se conoce como método cuantitativo al método el cual recolecta datos numéricos y estadísticos, para analizar procesos o fenómenos en general. Este enfoque permite medir y evaluar el rendimiento de las variables objetivas, esto facilita la obtención de resultados precisos y generalizables. Este tipo de método es ideal para cualquier tipo de estudio el cual busca establecer relaciones o tendencias basadas en datos concretos.

Dentro de la investigación Yurca Q. y Bernedo, V. El enfoque cuantitativo se caracteriza por su amplio alcance al emplear métodos y técnicas diseñados para medir de manera precisa diversos fenómenos. Este enfoque se basa en la observación sistemática, el análisis detallado y el uso de muestreo, culminando con un tratamiento estadístico riguroso que permite obtener resultados objetivos y generalizables. [53]

Este método de investigación es uno de los más utilizados es particularmente útil en la recolección y análisis de datos numéricos relacionados con los procesos o fenómenos a investigar. Esto se puede aplicar dentro de la propuesta, analizando las métricas de desempeño, estos datos se pueden analizar para identificar las tendencias y patrones que indiquen las áreas de mejora y se pueden analizar para medir el impacto de las herramientas de manufactura esbelta.

2.3.5. Método Cualitativo

Dentro de la investigación uno de los más importantes es el método cualitativo, esto debido a que se orienta hacia la comprensión profunda y contextual de fenómenos o procesos, centrándose en aspectos subjetivos no contables, relacionado con experiencias, encuestas, y percepciones de diferentes fenómenos o procesos, este tipo de enfoque busca explorar las dinámicas internas de los objetos de estudio, esto proporcionando una perspectiva detallada que complementa los resultados por métodos cuantitativos.

Según la investigación de Arribas. “El enfoque cualitativo en la investigación resulta complejo al comunicar los resultados con claridad y exactitud porque requiere competencias investigativas y comunicativas para poder clarificar actores, sectores o grupos que no son conocidos o no están definidos y/o permitir la participación de los grupos sociales en el proceso de investigación.”. [54]

El método cualitativo dentro de la propuesta puede ser utilizado para lograr profundizar las percepciones y experiencias de los empleados que participaran en el proceso de adaptación y mejora de las herramientas de manufactura esbelta, este tipo de método se puede utilizar para lograr obtener información de la alta gerencia, así como información obtenida de los puestos de trabajo los cuales se va a realizar la mejora.

Esta información cualitativa puede complementar los datos cuantitativos, ayudando a entender las dinámicas internas y la cultura organizacional, lo cual es crucial para una implementación exitosa de la mejora continua en los procesos productivos. Aplicando estos métodos, la propuesta dentro de mejora de Metalinox se basaría en un análisis integral de los procesos actuales dentro de la compañía, la experimentación controlada con nuevas herramientas y evaluación constante esto tratando de asegurar modificaciones propuestas que sean efectivas y sostenibles a largo plazo.

2.4. Análisis de Metalmecánica Metalinox

Metalmecánica Metalinox tiene un potencial significativo para optimizar sus actividades de mantenimiento y servicios. Con más de 19 años de experiencia, la empresa ha consolidado su reputación ofreciendo soluciones especializadas para industrias de alimentos, que requieren altos estándares de calidad, higiene y precisión en sus sistemas e instalaciones. Dedicando el 60% de sus operaciones al mantenimiento de equipos e instalaciones y el 40% a servicios, mostrado en la **Figura 1**.

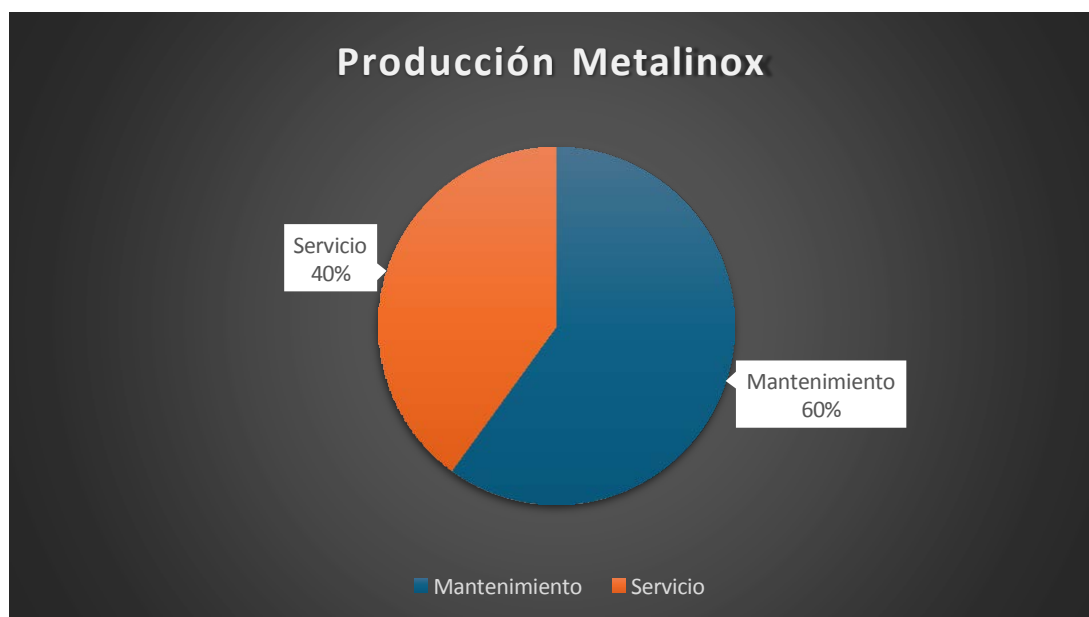


Figura 1 Producción Metalinox.

2.4.1. Problema

Dentro de las operaciones de Metalmecánica Metalinox, una empresa dedicada al diseño, fabricación y mantenimiento de sistemas para industrias de alimentos existe una falta de claridad en la definición y documentación de sus procesos productivos. Aunque la empresa cuenta con herramientas organizadas y accesibles, la ausencia de nombres, señalización y estándares detallados para cada etapa de producción genera confusión y limita la eficiencia operativa.

Entre los factores específicos que contribuyen a esta problemática se encuentran:

- Falta de nombres y detalles en los procesos

Aunque la empresa sigue un orden básico, los procesos de producción no tienen nombres ni están claramente definidos. Esto dificulta la comunicación entre el equipo y hace complicado saber que hacer en cada etapa del proceso.

- Ausencia de señalización visual

No existen señales ni etiquetas que indiquen claramente las áreas de trabajo o pasos específicos de la producción. Esto genera desorden y tiempo perdido buscando materiales o tratando de entender en que parte del proceso estamos.

La propuesta de investigación busca resolver estos problemas implementando herramientas de “Lean Manufacturing”, que ayudaran a definir y documentar cada

proceso de manera clara. Esto no solo mejora el orden y la eficiencia interna, sino que también permitirá a la empresa ser más competitiva en el mercado, reducir errores y mejorar la satisfacción al cliente.

2.5. Herramientas de Manufactura Esbelta

2.5.1. 5S

En Metalmecánica Metalinox, la organización y la eficiencia son claves para mantener una operación competitiva y de alta calidad, especialmente al servir a industrias tan exigentes como la de alimentos. Para lograr una mejora continua en los procesos productivos y de mantenimiento, la implementación de las 5S se presenta como una solución efectiva.

A continuación, se describirá cómo pueden aplicarse esta herramienta en el contexto de Metalmecánica Metalinox para optimizar sus operaciones.

- ***Seiri (clasificar)***

Seiri se enfoca en clasificar y separar lo necesario de lo innecesario en el lugar de trabajo, eliminando elementos que no aportan valor a los procesos. A continuación, se detallan los pasos para implementar esta herramienta en la empresa.

Pasos para implementar Seiri:

1. **Identificación de elementos:** El primer paso es identificar todos los elementos presentes en el área de trabajo, como herramientas, materiales, documentos y otros objetos.
2. **Criterios de clasificación:** Establecer criterios claros para determinar qué elementos son esenciales para las operaciones diarias y cuáles no lo son. Algunos criterios comunes pueden incluir la frecuencia de uso, la utilidad actual y futura, y la relevancia para las actividades laborales.
3. **Separación de elementos:** Separar los elementos necesarios de los innecesarios según los criterios establecidos. Los elementos necesarios se organizan de manera que estén fácilmente accesibles y visibles para los empleados que los necesiten.
4. **Eliminación de elementos innecesarios:** Los elementos innecesarios se eliminan del área de trabajo. Esto puede implicar la eliminación física de objetos obsoletos,

la reubicación de elementos que pertenecen a otro lugar más adecuado, o la venta o donación de artículos que ya no son útiles para la operación.

5. **Evaluación continua:** Es importante realizar una revisión periódica para asegurarse de que no se reintroduzcan elementos innecesarios en el área de trabajo y mantener la disciplina en la clasificación.

- ***Seiton (ordenar)***

El orden significa organizar todos los elementos necesarios de manera que estén fácilmente accesibles para los operadores de cada maquinaria. Es importante que cada cosa tenga su lugar para evitar pérdidas de tiempo buscando herramientas y materiales.[55]

Pasos para implementar Seiton:

1. **Diseño de un layout eficiente:** Organizar el espacio de trabajo de manera que los elementos esenciales estén ubicados de manera lógica y ergonómica. Esto incluye considerar la frecuencia de uso, la proximidad a las áreas de trabajo y la seguridad en el almacenamiento.
2. **Estandarización de la disposición:** Establecer estándares claros para la disposición de herramientas, equipos, materiales y documentos. Por ejemplo, etiquetar y marcar áreas designadas para cada tipo de elemento.
3. **Implementación de métodos de almacenamiento:** Utilizar métodos eficientes de almacenamiento como estanterías, cajas de almacenamiento, paneles perforados, entre otros, para asegurar que los elementos estén ordenados y sean fácilmente visibles y accesibles.
4. **Señalización y etiquetado:** Utilizar señales visuales, etiquetas y colores para identificar claramente los lugares de almacenamiento y facilitar la localización rápida de los elementos necesarios.
5. **Mantenimiento regular:** Establecer procedimientos para el mantenimiento regular de la organización establecida. Esto implica revisar periódicamente el orden y realizar ajustes según sea necesario para asegurar que se mantenga la eficiencia operativa.

- ***Seiso (limpiar)***

La limpieza en la aplicación dentro de la empresa no solo implica mantener el lugar de trabajo limpio, sino también inspeccionar y cuidar los equipos. Un ambiente limpio ayuda a identificar problemas más fácilmente, como fallos en las máquinas o fugas en los sistemas.

Pasos para implementar Seiso:

1. **Establecer estándares de limpieza:** Definir estándares claros y específicos para la limpieza de cada área de trabajo, equipo, herramienta y superficie. Esto incluye identificar qué debe limpiarse, con qué frecuencia y quién es responsable de realizar la limpieza.
2. **Desarrollar procedimientos de limpieza:** Crear procedimientos detallados que describan cómo realizar la limpieza adecuada de acuerdo con los estándares establecidos. Esto puede incluir el uso de productos de limpieza adecuados, técnicas de limpieza seguras y la disposición de residuos de manera adecuada.
3. **Asignar responsabilidades:** Designar responsabilidades claras a los empleados para realizar y mantener la limpieza regular en sus áreas asignadas. Fomentar la participación de todo el equipo en la tarea de limpieza y asegurarse de que todos comprendan la importancia de mantener un entorno limpio.
4. **Implementar inspecciones visuales:** Realizar inspecciones visuales periódicas para verificar el estado de limpieza y detectar cualquier posible fuente de contaminación o áreas que requieran atención adicional.
5. **Promover la mejora continua:** Establecer un ciclo de mejora continua donde se revisen y ajusten los estándares y procedimientos de limpieza según sea necesario para mantener y mejorar la eficacia de la limpieza a lo largo del tiempo.

- ***Seiketsu (estandarizar)***

Se describen los pasos para implementar Seiketsu en la empresa metalmecánica, enfocándose en estandarizar las prácticas de organización, orden y limpieza, asegurando que se mantengan de manera constante y sostenible en todas las áreas de trabajo.

Pasos para implementar Seiketsu:

1. **Documentación de estándares:** Documentar los estándares y procedimientos para la clasificación, el orden y la limpieza en un formato claro y accesible para todos los

empleados. Esto puede incluir manuales, instrucciones de trabajo, listas de verificación y procedimientos operativos estándar (POE).

2. **Entrenamiento y capacitación:** Capacitar a todos los empleados en los estándares y procedimientos establecidos para las 5S. Asegurarse de que comprendan la importancia de seguir los estándares y cómo aplicarlos en su trabajo diario.
3. **Auditorías y evaluaciones regulares:** Realizar auditorías periódicas para evaluar el cumplimiento de los estándares en todas las áreas de la organización. Esto puede incluir inspecciones formales, revisiones de cumplimiento y retroalimentación de los empleados.
4. **Mejora continua:** Establecer un proceso de mejora continua para actualizar y ajustar los estándares según sea necesario. A medida que cambian las condiciones operativas o surgen nuevas oportunidades de mejora, actualizar los estándares y procedimientos para mantener la relevancia y la efectividad.
5. **Compromiso de toda la organización:** Fomentar un compromiso continuo de todos los niveles de la organización, desde la alta dirección hasta el personal operativo, para mantener y mejorar las prácticas de las 5S. Incluir la participación de los empleados en la identificación de áreas de mejora y la implementación de soluciones.

- ***Shitsuke (disciplina)***

La implantación de esta herramienta dentro de la empresa metalmecánica impulsará la responsabilidad y la participación de los colaboradores para asegurar el cumplimiento de las normas establecidas y favorecer el progreso constante en las operaciones.

Implementación de Shitsuke:

1. **Educación y formación:** Proporcionar formación y educación continua a todos los niveles de la organización sobre la importancia de las 5S y cómo cumplir con los estándares establecidos. Esto incluye sesiones de capacitación inicial, talleres periódicos y sesiones de sensibilización para mantener viva la conciencia sobre la disciplina en las 5S.
2. **Liderazgo y ejemplo:** Los líderes y supervisores desempeñan un papel crucial modelando y promoviendo activamente los comportamientos de las 5S. Esto incluye participar en actividades de implementación, reconocer y recompensar a aquellos que demuestran buenos hábitos de 5S, y corregir comportamientos cuando sea necesario.

3. **Sistema de recompensas y reconocimiento:** Establecer sistemas formales e informales de recompensas y reconocimiento para aquellos empleados y equipos que mantienen altos estándares de 5S. Celebrar los éxitos y logros relacionados con la implementación de las 5S refuerza positivamente la disciplina y fomenta la continuidad de los esfuerzos.
4. **Auditorías y revisiones regulares:** Realizar auditorías periódicas para evaluar el cumplimiento de las 5S en todas las áreas de la organización. Estas auditorías deben ser regulares y sistemáticas, identificando áreas de mejora y proporcionando retroalimentación constructiva para mantener la disciplina en las prácticas de 5S.
5. **Cultura de mejora continua:** Fomentar una cultura organizacional donde la mejora continua sea parte integral de las prácticas diarias. Esto implica animar a los empleados a identificar oportunidades de mejora en la implementación de las 5S y facilitar su participación en la implementación de soluciones.

2.5.2. *Kanban*

Esta herramienta puede utilizarse para gestionar el flujo de materiales y herramientas dentro del taller, asegurando que siempre haya suficientes recursos sin que se acumule inventario innecesario. Esto ayudará a reducir tiempos muertos al buscar materiales, optimizando tanto la producción como el mantenimiento.

Pasos para aplicar Kanban:

1. **Identificación de recursos clave:** Determinar qué materiales, herramientas y equipos requieren un control visual.
2. **Implementación de tarjetas:** Asignar una tarjeta a cada recurso que necesita seguimiento. Las tarjetas pueden incluir información como el nombre del recurso, el número de unidades y el punto de reorden.
3. **Establecimiento de puntos de reorden:** Definir el punto en el que el stock de un recurso se reduce a un nivel mínimo, lo que activa la necesidad de reabastecer.
4. **Visualización del flujo:** Colocar las tarjetas Kanban en un tablero o en los lugares donde se realicen las actividades de producción para que todos los empleados vean claramente el estado de los recursos.
5. **Revisión y ajuste:** Monitorizar continuamente el flujo de materiales para ajustar los puntos de reorden y las cantidades conforme a las necesidades reales de producción.

2.5.3. *SMED (Cambio Rápido de herramienta)*

El SMED puede aplicarse para reducir los tiempos de cambio en maquinaria utilizada en la fabricación de equipos y componentes en acero inoxidable y acero al carbono. Esto será especialmente útil en el área de fabricación, donde los cambios de herramientas pueden interrumpir la producción.

Pasos para aplicar SMED:

1. **Análisis de los tiempos de cambio actuales:** Identificar el proceso de cambio de herramienta o configuración de máquina y registrar el tiempo que lleva en la actualidad.
2. **Separación de tareas internas y externas:** Dividir el proceso de cambio en tareas que pueden realizarse cuando la máquina está detenida (tareas internas) y tareas que pueden hacerse mientras la máquina está en funcionamiento (tareas externas).
3. **Convertir tareas internas en externas:** Buscar formas de realizar tareas externas mientras la máquina sigue funcionando, como preparar las herramientas de repuesto o realizar ajustes previos.
4. **Optimización de las tareas internas:** Mejorar la eficiencia de las tareas internas, simplificando las herramientas, utilizando dispositivos de liberación rápida o haciendo ajustes estándar en lugar de cambios complejos.
5. **Implementación de un sistema estandarizado de cambio:** Crear procedimientos detallados para realizar los cambios de manera más rápida y eficiente, estableciendo tiempos máximos para cada paso.
6. **Monitoreo y ajuste continuo:** Evaluar regularmente los tiempos de cambio y realizar ajustes adicionales para seguir mejorando.

2.5.4. *Value Stream Mapping (VSM)*

Se puede utilizar para mapear los procesos de fabricación y mantenimiento, permitiendo identificar áreas donde se generan cuellos de botella, esperas innecesarias o cualquier otra forma de desperdicio. Esto permitirá una optimización continua en la cadena de valor de la empresa.

Pasos para aplicar VSM:

1. **Seleccionar el proceso a mapear:** Elegir una línea de producción o un proceso específico, como el mantenimiento de equipos o la fabricación de un producto en particular.
2. **Recolección de datos:** Observar el proceso actual, anotando el flujo de materiales de cada paso del proceso.
3. **Dibujar el mapa de estado actual:** Crear un diagrama de flujo que represente todos los pasos del proceso, desde el inicio hasta el final, incluyendo los procesos que se realizan dentro de la empresa.
4. **Identificar desperdicios:** Analizar el mapa para identificar actividades que no agregan valor, como tiempos de espera, movimientos innecesarios, defectos, sobreproducción, etc.
5. **Diseñar el diagrama de flujo:** Proponer un flujo optimizado eliminando los desperdicios identificados, estableciendo un proceso más eficiente y con tiempos de ciclo reducidos.
6. **Implementar propuesta de mejoras:** Ejecutar los cambios propuestos y seguir monitoreando el proceso para asegurarse de que las mejoras se mantengan a largo plazo.

2.5.5. *Heijunka*

Puede utilizarse para equilibrar la carga de trabajo entre el mantenimiento de equipos y los proyectos de fabricación, asegurando que no haya sobrecarga en ninguna de las áreas. Esto será especialmente útil para optimizar los tiempos de producción y los recursos disponibles.

Pasos para aplicar Heijunka:

1. **Evaluar la demanda y capacidad de producción:** Analizar la demanda de productos y servicios y la capacidad actual de las áreas de producción y mantenimiento para determinar la cantidad de trabajo que se debe distribuir.
2. **Crear un cronograma:** Desarrollar un plan de producción que distribuya uniformemente la carga de trabajo a lo largo del día o la semana, de acuerdo con la capacidad de cada área.
3. **Implementar el cronograma:** Asignar tareas de manera equilibrada a los trabajadores, garantizando que cada área tenga una carga de trabajo acorde a su capacidad.

4. **Monitorear el rendimiento:** Evaluar continuamente el desempeño del sistema de nivelación, ajustando el cronograma según sea necesario para mejorar la eficiencia y adaptarse a cambios en la demanda o en la capacidad.
5. **Ajuste continuo:** Realizar ajustes en el cronograma de manera regular para optimizar la carga de trabajo y evitar el exceso de producción o los cuellos de botella.

2.6. Datos iniciales

Con base en la metodología definida para esta propuesta, se procederá a detallar el proceso de recolección de datos iniciales. Esta recolección se llevará a cabo principalmente en las áreas clave de trabajo dentro de la empresa, las cuales incluyen el torno, la fresadora, la troqueladora y el área de soldadura.

- 5s

En la recolección de datos, las siguientes figuras muestran el estado actual de la empresa y sus procesos. Se evidencia la ausencia de un sistema adecuado de orden, limpieza y clasificación. Por ello, la implementación de la metodología 5S será fundamental para mejorar la productividad de la empresa y optimizar el estado actual de los procesos.

Tabla 12 Procesos iniciales Metalinox.

Problema	Descripción
	Dentro de la primera imagen se observa un torno el cual carece de una cultura organizacional y de limpieza, lo que dificulta el trabajo dentro del proceso.



La máquina mostrada es una fresadora y existe un gran desorden alrededor de la máquina, en este entorno se puede analizar una falta de aplicación de cultura organizacional.



Los baúles de herramientas de cada estación están completamente desorganizados, esto genera problemas que afectan a la productividad, y seguridad de los operarios al tener accidentes laborales con las herramientas que no estén debidamente protegidas.



En el área de la troqueladora se observa un área totalmente desorganizada, con estructuras metálicas impidiendo el paso de los operarios y disminuyendo la productividad laboral.



En el área de soldadura no cuenta con una correcta distribución lo que impide a los operarios trabajar de manera adecuada y en condiciones óptimas.

Además, se realizaron encuestas a los encargados de las áreas de troqueladora, torno, fresadora y soldadura. Estas encuestas tienen como objetivo identificar oportunidades de mejora en el espacio laboral. En la **Figura 2** se muestra el formato de la encuesta utilizada.

EVALUACIÓN INICIAL DE LAS 5S EN TORNO						
HERRAMIENTA	PREGUNTA	PUNTAJE				
		1	2	3	4	5
CLASIFICACIÓN	¿El área de trabajo está libre de herramientas y materiales innecesarios?					
	¿Se realiza regularmente una revisión para eliminar elementos innecesarios?					
ORDEN	¿Las herramientas necesarias están organizadas y tienen un lugar asignado?					
	¿El acceso a herramientas y materiales es rápido y eficiente?					
LIMPIEZA	¿El área de trabajo se mantiene limpia durante y después de cada uso?					
	¿Existen rutinas establecidas para la limpieza del área y sus alrededores?					
ESTANDARIZACIÓN	¿Tiene acceso a procedimientos claros y visibles para realizar su trabajo?					
	¿Se han establecido procedimientos estandarizados para la realización de tareas?					
DISCIPLINA	¿Se realizan inspecciones seguidas por los supervisores? limpieza y mantenimiento en el área de torno?					
	¿Se han establecido mecanismos para monitorear el cumplimiento de las reglas y normas en el área?					

Figura 2 Formato Encuesta 5s.

- **Kanban**

El proceso Kanban, muestra las tareas asignadas de los procesos dentro de la empresa Metalinox, estas tareas fueron brindadas por la alta dirección de la empresa, fueron brindadas por la empresa, resalta la descripción y el proceso o la máquina que interviene dentro de la tarea, estas tareas se utilizarán para el desarrollo de Kanban, mostrado en la **Figura 3**.



METALINOX

Tareas	Descripción	Proceso
Fabricación de piezas de repuesto	Maquinado de piezas cilíndricas y complejas en torno para reemplazo de componentes desgastados.	Torno
Reparación de fisuras en estructuras metálicas	Soldadura de partes agrietadas o rotas en piezas metálicas de maquinaria o equipos industriales.	Suelda
Fresado de ranuras para componentes de acoplamiento	Creación de ranuras o chaveteros en piezas para ensamblajes mecánicos.	Fresadora
Corte y perforación de láminas metálicas	Troquelado de piezas planas, como tapas o bridas, con precisión según los planos técnicos.	Troqueladora
Unión de estructuras metálicas mediante soldadura MIG	Ensamblaje de partes metálicas para fabricar o reparar componentes de maquinaria.	Suelda
Rectificado de piezas cilíndricas	ajuste y mejora de tolerancias en superficies cilíndricas desgastadas o fuera de especificación.	Torno

Encargado

Figura 3 Tareas asignadas por Metalinox

- **VSM (Value Stream Mapping)**

En Metalinox, los diagramas de flujo utilizados para la descripción de procesos internos requieren una actualización, ya que no reflejan las condiciones operativas actuales. Este proyecto tiene como objetivo implementar la renovación de dichos diagramas, ajustándolos a las normativas vigentes y a las necesidades de la organización.

La propuesta contempla un enfoque estructurado para garantizar la precisión y coherencia en la representación de los procesos. Debido a restricciones de confidencialidad, los diagramas existentes no pueden ser divulgados ni incorporados en esta iniciativa. No obstante, su estructura y contenido serán considerados como base para el desarrollo de los nuevos esquemas, respetando estrictamente las políticas de seguridad de la información establecidas por la empresa.

- **Heinjuka**

En la recolección de datos, se tomaron en cuenta dos actividades principales: mantenimiento y fabricación. Además de las horas trabajadas. Los datos fueron recolectados de lunes a viernes durante un período mensual, con la particularidad de que el cronograma no seguía un orden fijo, ya que variaba según las necesidades de producción y mantenimiento. El resultado que se obtuvo mensualmente se analizó en términos de tolerancia y capacidad de producción, y se representa en la **Figura 4**,

mostrando cómo se distribuyeron las horas trabajadas y la capacidad de producción en cada uno de los días del cronograma, es importante destacar que dentro de la empresa se puede trabajar 43 horas semanales y al mes sería 172 horas mensuales.

PLANIFICACIÓN MENSUAL							
Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Horas Trabajadas	Capacidad Semanal (%)
1	M	F	M	M	F	39	90,5
2	F	M	F	M	F	38	88,37
3	M	F	M	F	M	40	97,67
4	M	M	F	F	M	38	88,37
						Promedio eficiencia	91,23
						Tiempo oseo	8,77

M	Mantenimiento
F	Fabricación

Figura 4 Planificación Mensual Previo Heijunka.

Como resultado de la planificación de los servicios, se obtuvo un promedio de eficiencia del 91,23 %, lo cual es positivo. Sin embargo, el tiempo óseo es del 8,77 %, un valor elevado que requiere mejoras.

En la **Figura 5**, se presentan los datos relacionados con las horas trabajadas, horas necesarias, tiempo ocioso y eficiencia tanto para las áreas de mantenimiento como de fabricación. Estos valores permiten analizar el desempeño actual y detectar oportunidades de mejora en cada área.

Categoría	Mantenimiento	Fabricación
Horas trabajadas (Mensual)	93	62
Horas necesarias (Mensual)	103	69
Tiempo Oseo (horas)	10	7
Eficiencia (%)	90,29	89,86

Figura 5 Datos de producción previo Heijunka.

De acuerdo con los resultados mostrados, el área de mantenimiento presenta una eficiencia del 90,29 %, mientras que fabricación alcanza un 89,86 %. Aunque ambos valores son positivos, el tiempo óseo, que representa 10 horas en mantenimiento y 7 horas en fabricación, evidencia una oportunidad de optimización. Reducir este tiempo contribuirá a mejorar la eficiencia general y a aprovechar de manera más efectiva los recursos disponibles.

- **SMED**

Para la recolección de datos de Smed se tomaron datos de la actividades internas y externas en los procesos, como estas se repetían en cada uno de ellos, se tomaron los

datos y se realizó un promedio el cual se muestra en la siguiente figura, este promedio está en minutos teniendo el tiempo que toman estas actividades esto de manera previa a la implementación de la propuesta.

Esta toma de datos se la realizó dentro de la empresa con la ayuda de cronómetros en cada una de las actividades en todos los procesos mostrando los resultados en la siguiente tabla, al tener una variedad de tiempos se optó por realizar un promedio del tiempo de las actividades.

Actividad	Torno	Fresadora	Troqueladora	Suelda	PROMEDIO
Montaje y desmontaje de herramientas	20	25	30	25	25
Ajuste manual de la materia prima	10	29	22	18	20
Calibración de piezas de equipos	18	15	18	9	15
Preparación de herramientas	30	35	10	5	20
Inspección de planos	10	5	20	5	10
Inspección de materia prima	18	15	19	8	15
Preparación de la materia prima aprobada	18	35	17	10	20
Marcar referencias o alineaciones	15	10	10	5	10
Comunicar requerimientos o materiales faltantes	18	5	5	12	10

Figura 6 Toma de tiempos del cambio de herramientas

Capítulo III: Propuesta de mejora dentro de Metalinox.

Hoy en día, las empresas manufactureras enfrentan retos constantes para mejorar sus procesos, reducir desperdicios y ser más eficientes. Metalinox, una empresa metalmecánica, entiende que para mantenerse competitiva es necesario optimizar sus operaciones y adoptar estrategias que aseguren su sostenibilidad en el mercado. En este sentido, la manufactura esbelta (Lean Manufacturing) ofrece un enfoque práctico para eliminar actividades innecesarias, aprovechar mejor los recursos y fomentar una cultura de mejora continua.

Las actividades de Metalinox se centra en la fabricación de componentes metalmecánicos. Sus principales procesos incluyen el uso de fresadoras, tornos, troqueladoras y soldadura, los cuales son fundamentales para convertir la materia prima en productos finales. Sin embargo, estos procesos presentan problemas como tiempos muertos, exceso de inventarios, desperdicio de materiales y desorden en las áreas de trabajo, lo que afecta la productividad, los costos y la calidad de los productos.

Para enfrentar estos desafíos, Metalinox planea implementar herramientas clave de la manufactura esbelta, seleccionadas por su efectividad y facilidad de adaptación. Estas herramientas incluyen:

- **5S:** Para organizar y mantener limpio el espacio de trabajo, mejorando la seguridad y eficiencia.
- **Value Stream Mapping (VSM):** Para analizar y optimizar las actividades de valor en cada proceso.
- **Heijunka:** Para equilibrar la carga de trabajo y reducir las variaciones en la producción.
- **Just InTime:** Para sincronizar la producción con la demanda y minimizar inventarios.
- **Kanban:** Para gestionar visualmente las tareas e inventarios, agilizando los flujos de trabajo.

La producción en esta empresa metalmecánica está centrada exclusivamente en la construcción de tanques encamisados para productos como se muestra en la siguiente Figura.



Figura 7 Tanque Encamisado

Para la fabricación de estos tanques, cada unidad debe pasar por los cuatro tipos de procesos establecidos, garantizando así la calidad y funcionalidad del producto final como se visualiza en la ***Figura 8***.

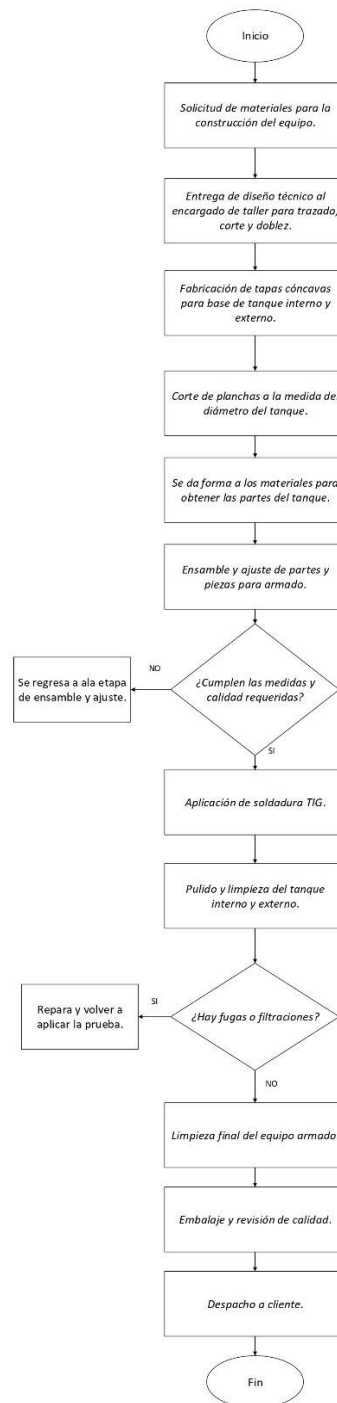


Figura 8 Diagrama de flujo proceso Tanque Encamisado.

Este capítulo analizará en detalle la situación actual de los procesos de Metalinox, identificando los principales problemas y desperdicios. Posteriormente, se presentará una propuesta de mejora con la implementación de las herramientas de manufactura esbelta. El objetivo es no solo resolver los problemas actuales, sino también construir una base sólida para una mejora continua que mantenga a la empresa competitiva en el futuro.

A continuación, se presenta la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta previamente mencionadas, esto con el fin de dar una propuesta de solución y mejorar los procesos productivos dentro de Metalinox, se va a detallar la forma de utilizar cada una de las herramientas, la aplicación dentro de la empresa y las mejoras dentro de los diferentes procesos.

3.1. Procesos para mejorar

Como se mencionó anteriormente, es importante considerar los cuatro procesos clave dentro de la empresa metalmecánica Metalinox. Luego, se realizará un diagnóstico de cada uno, identificando las herramientas de manufactura esbelta que pueden aplicarse en cada caso.

En Metalinox, se ha establecido que la implementación de las 5S es esencial en todos los procesos. Por ello, antes de aplicar otras herramientas, se presentará una propuesta detallada para su implementación en general.

3.1.1. 5S (Clasificación- Orden- Limpieza- Estandarización-Disciplina)

Para la propuesta de implementación de las 5s en los diferentes procesos de Metalinox, se va a crear documentos los cuales servirán como respaldos, puesto que se constituyen en una guía estructurada para establecer y mantener un ambiente de trabajo eficiente, organizado y seguro. Estos documentos no solo proporcionan claridad y estandarización, sino que también ayudan a involucrar a los empleados en la implementación de las 5S, fomentando una cultura de disciplina y mejora continua dentro de la organización. D

- **Clasificar**

Para el proceso de clasificación, se elaborarán documentos destinados a organizar y mantener las herramientas, equipos utilizados en el área de torno, y la materia prima empleada en este proceso. La clasificación se realizará siguiendo los parámetros establecidos previamente.

- **Herramientas y equipos:** son todas las herramientas las cuales se encuentran involucradas dentro del proceso de torno, la clasificación se la realizara bajo los siguientes parámetros (necesario- innecesario- obsoleto).

- **Trabajos:** En cuanto a los trabajos se pueden considerar todos los que están en proceso de fabricación, y se los puede clasificar por el tipo de trabajo a realizar, así se tiene: (mantenimiento y producción).
- **Materiales y materia prima:** para la materia prima la cual entra al proceso de torno se la clasifica mediante los criterios de (apta- no apta)

Se propone elaborar un documento que facilite al operario del torno realizar una clasificación adecuada de las herramientas, materiales, trabajos y materia prima en el área de torno. Esto ayudará a mantener un orden y clasificación correctos durante el proceso.

La **Figura 9** muestra la clasificación de elementos de la metalmecánica Metalinox. Se encuentra dividida en Herramientas y Equipos, Trabajos y Materiales y Materia Prima, cada uno de ellos con su respectiva clasificación. Se debe notar que en esta tabla existe un apartado para las observaciones y las medidas de cada elemento.

FORMATO DE CLASIFICACIÓN METALINOX			PROCESO
RESPONSABLE		FECHA	
CLASIFICACIÓN	ELEMENTO	OBSERVACIONES	MEDIDAS
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS			
NECESARIO			
INECESARIO			
OBSOLETO			
TRABAJOS			
MANTENIMIENTO			
PRODUCCIÓN			
MATERIALES Y MATERIA PRIMA			
APTA			
NO APTA			

Figura 9 Formato de clasificación.

- **Orden**

La segunda S implica el orden dentro del proceso es decir ordenar los elementos necesarios asignándolos de manera fija en ubicaciones específicas siendo estas de conocimiento de los operarios. Este proceso ayuda en la reducción de tiempos muertos, reducción de errores humanos, además ayuda a implementar un ambiente de seguridad y salud ocupacional de forma correcta, lo cual contribuye al bienestar de todos.

Dentro de la **Figura 10**, se muestra el formato de orden el cual se va a aplicar dentro de los procesos de torno, fresadora, troqueladora y suelda dentro de la empresa de Metalinox, para ello se realizó un análisis del uso de las herramientas y equipos, materiales y materia prima. Se muestra la frecuencia de uso de cada elemento, su ubicación actual, categoría, cantidad y, en la última columna, las acciones a realizar según sea necesario.

FORMATO DE ORDEN METALINOX					PROCESO
RESPONSABLE				FECHA	
FRECUENCIA DE USO	ELEMENTO	UBICACIÓN ACTUAL	CATEGORIA	CANTIDAD	ACCIONES PARA REALIZAR
USO DIARIO					
USO FRECUENTE					
USO MODERADO					
POCO USADO					
CASI NUNCA USADO					
NO PERTENECE AL PROCESO					

Figura 10 Formato de orden.

- **Limpieza**

Para la etapa de limpieza, se ha desarrollado un documento que permitirá controlar y garantizar la continuidad de las labores de limpieza en los diferentes procesos de la empresa metalmecánica. Este documento especifica las áreas donde se realizará el control de limpieza, incluyendo pasillos y áreas comunes, superficies de trabajo, elementos de seguridad, puntos de contacto frecuente, así como herramientas y equipos. Además, se definirá el tipo de limpieza necesario para cada área, detallando los siguientes métodos:

- **Básica:** Limpieza general y superficial para mantener el orden y eliminar suciedad visible.
- **Profunda:** Limpieza exhaustiva que llega a áreas difíciles de alcanzar, eliminando suciedad incrustada, acumulación de polvo y gérmenes.
- **Técnica:** Limpieza especializada que utiliza equipos, productos y métodos avanzados, enfocada en maquinaria, sistemas electrónicos o áreas específicas

Además de estos tipos de limpieza también se va a detallar dentro del documento la frecuencia de limpieza de cada una de las áreas antes ya mencionadas, esta frecuencia se determinará de acuerdo con el área a limpiar y el tipo de limpieza a aplicar, en lo que respecta a la frecuencia puede ser diaria, semanal y mensual. En la **Figura 11** presenta el formato que se utilizará para mantener e implementar la tercera S, correspondiente a la limpieza.

FORMATO DE LIMPIEZA METALINOX			Proceso
RESPONSABLE		FECHA	
ÁREAS	DESCRIPCIÓN Y RAZÓN DE LA LIMPIEZA	TIPOS DE LIMPIEZA	FRECUENCIA
PASILLOS Y ÁREAS COMUNES			
SUPERFICIES DE TRABAJO			
ELEMENTOS DE SEGURIDAD			
PUNTOS DE CONTACTO FRECUENTE			
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS			

Figura 11 Formato de limpieza

- **Estandarización**

La estandarización dentro de la implementación de las 5S se enfoca en aplicar de manera consistente los documentos elaborados en las etapas de clasificación, orden y limpieza. Estos documentos contienen directrices claras para identificar, organizar y mantener solo los elementos necesarios en los espacios de trabajo, garantizando un entorno más eficiente y seguro.

Es importante destacar que, al tratarse de una propuesta, la empresa tiene la flexibilidad de analizar los resultados preliminares y decidir si adopta formalmente la metodología 5S en su totalidad. Esto brinda la oportunidad de evaluar cómo las mejoras implementadas impactan en la productividad, la organización y el bienestar del equipo. La decisión de integrar esta propuesta dependerá de los objetivos estratégicos de la organización y su compromiso con la mejora continua.

- **Disciplina**

Para la última S, correspondiente a la disciplina, se propone llevar a cabo auditorías internas continuas. Esto permitirá garantizar el cumplimiento de los procedimientos previamente establecidos. Como parte de esta propuesta, se ha diseñado un documento que establece la estructura a seguir durante una auditoría interna.

En estas auditorías se asignará un puntaje, cuya escala se detalla en **Figura 12**. Además, el formato del documento para realizar las auditorías internas, denominado “Documento de Disciplina”, se presenta en la **Figura 13**.

PUNTAJE	
0	NO CUMPLE
1	CUMPLE 25%
2	CUMPLE 50%
3	CUMPLE 75%
4	CUMPLE 100%

Figura 12 Puntajes para la auditoría interna.

FORMATO DE DISCIPLINA METALINOX				Proceso
RESPONSABLE		FECHA		
5S	ASPECTOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO %	PUNTAJE	OBSERVACIONES
CLASIFICACIÓN	Eliminación de elementos innecesarios			
	Se cuenta solo con lo necesario			
	Esta correctamente clasificado cada área			
TOTAL				
ORDEN	Se mantiene en las ubicaciones establecidas			
	Esta claramente identificado cada sector			
	No hay ninguna herramienta sin ubicación asignada			
TOTAL				
LIMPIEZA	Las superficies de trabajo están en condiciones			
	En los documentos se resalta la descripción de la limpieza			
	Se verifica que todos los días se llenen los documentos de limpieza			
TOTAL				
ESTANDARIZACIÓN	Todos los procesos cuentan con sus documentos			
	Los operarios conocen el procedimiento de cada etapa			
	Se analiza y se toman medidas para lograr una mejora continua			
TOTAL				

Figura 13 Formato de Disciplina.

El documento de auditoría interna es fundamental porque permite establecer un mecanismo formal y estructurado para evaluar la implementación de las 5S dentro de la organización. Sirve como evidencia del estado actual de los procesos y proporciona una base objetiva para la toma de decisiones. Al identificar áreas de mejora y proponer soluciones concretas, este documento impulsa la mejora continua y contribuye al logro de los objetivos organizacionales.

Antes de implementar las 5S, es fundamental realizar un análisis inicial del estado actual de los procesos de torno, fresadora, troqueladora y soldadura. Este análisis se llevará a cabo mediante encuestas dirigidas a los trabajadores asignados a cada proceso. Se realizó una encuesta inicial, cuya ponderación se detalla en la **Figura 12**. Posteriormente, se aplicará una encuesta para cada uno de los procesos involucrados en la empresa Metalinox. Estas encuestas servirán como herramienta para evaluar la implementación de las 5S en cada área.

PUNTAJE	DESCRIPCIÓN	ACCIONES
0-1	SIN IMPLEMENTAR	TOMAR MEDIDAS
2-3	IMPLEMETACIÓN INCOMPLETA	REALIZAR SEGUIMIENTO
4-5	IMPLEMENTADO	MANTENER

Figura 14 Ponderación de la encuesta.

1. Torno

Antes de implementar las 5S, es necesario realizar un análisis inicial del estado actual del proceso de torno. Este análisis se llevará a cabo mediante una encuesta dirigida al trabajador asignado a este proceso. La encuesta se presenta en la **Figura 15**.

EVALUACIÓN INICIAL DE LAS 5S EN TORNO						
HERRAMIENTA	PREGUNTA	PUNTAJE				
		1	2	3	4	5
CLASIFICACIÓN	¿El área de trabajo está libre de herramientas y materiales innecesarios?		X			
	¿Se realiza regularmente una revisión para eliminar elementos innecesarios?	X				
PUNTAJE		1,5				
ORDEN	¿Las herramientas necesarias están organizadas y tienen un lugar asignado?	X				
	¿El acceso a herramientas y materiales es rápido y eficiente?	X				
PUNTAJE		1,0				
LIMPIEZA	¿El área de trabajo se mantiene limpia durante y después de cada uso?	X				
	¿Existen rutinas establecidas para la limpieza del área y sus alrededores?		X			
PUNTAJE		1,5				
ESTANDARIZACIÓN	¿Tiene acceso a procedimientos claros y visibles para realizar su trabajo?	X				
	¿Se han establecido procedimientos estandarizados para la realización de tareas?	X				
PUNTAJE		1				
DISCIPLINA	¿Se realizan inspecciones seguidas por los supervisores?		X			
	¿Se han establecido mecanismos para monitorear el cumplimiento de las reglas y normas en el área?		X			
PUNTAJE		2				

Figura 15 Evaluación inicial de las 5s realizada al operario de Torno.

2. Fresadora

Al igual que en el proceso anterior se realizará una encuesta al trabajador, basándonos en la ponderación de la **Figura 14** esta encuesta se la realizará en el proceso de fresadora al operario designado en esta zona, la encuesta se muestra en la **Figura 16**.

EVALUACIÓN INICIAL DE LAS 5S EN FRESADORA						
HERRAMIENTA	PREGUNTA	PUNTAJE				
		1	2	3	4	5
CLASIFICACIÓN	¿El área de trabajo está libre de herramientas y materiales innecesarios?		X			
	¿Se realiza regularmente una revisión para eliminar elementos innecesarios?		X			
PUNTAJE		2				
ORDEN	¿Las herramientas necesarias están organizadas y tienen un lugar asignado?		X			
	¿El acceso a herramientas y materiales es rápido y eficiente?		X			
PUNTAJE		2				
LIMPIEZA	¿El área de trabajo se mantiene limpia durante y después de cada uso?		X			
	¿Existen rutinas establecidas para la limpieza del área y sus alrededores?			X		
PUNTAJE		2,5				
ESTANDARIZACIÓN	¿Tiene acceso a procedimientos claros y visibles para realizar su trabajo?			X		
	¿Se han establecido procedimientos estandarizados para la realización de tareas?		X			
PUNTAJE		2,5				
DISCIPLINA	¿Se realizan inspecciones seguidas por los supervisores?	X				
	¿Se han establecido mecanismos para monitorear el cumplimiento de las reglas y normas en el área?			X		

Figura 16 Evaluación inicial de las 5s realizada al operario de Fresadora.

3. Troqueladora

Dentro del área de la troqueladora se va a realizar la encuesta con los mismos apartados, basándose en la **Figura 14** y mostrando los resultados de esta área en la **Figura 17**, la encuesta fue realizada al operario encargado del proceso de troqueladora.

EVALUACIÓN INICIAL DE LAS 5S EN TROQUELADORA						
HERRAMIENTA	PREGUNTA	PUNTAJE				
		1	2	3	4	5
CLASIFICACIÓN	¿El área de trabajo está libre de herramientas y materiales innecesarios?		X			
	¿Se realiza regularmente una revisión para eliminar elementos innecesarios?			X		
PUNTAJE		2,5				
ORDEN	¿Las herramientas necesarias están organizadas y tienen un lugar asignado?		X			
	¿El acceso a herramientas y materiales es rápido y eficiente?		X			
PUNTAJE		2				
LIMPIEZA	¿El área de trabajo se mantiene limpia durante y después de cada uso?	X				
	¿Existen rutinas establecidas para la limpieza del área y sus alrededores?			X		
PUNTAJE		2				
ESTANDARIZACIÓN	¿Tiene acceso a procedimientos claros y visibles para realizar su trabajo?		X			
	¿Se han establecido procedimientos estandarizados para la realización de tareas?			X		
PUNTAJE		2,5				
DISCIPLINA	¿Se realizan inspecciones seguidas por los supervisores?		X			
	¿Se han establecido mecanismos para monitorear el cumplimiento de las reglas y normas en el área?		X			
PUNTAJE		2				

Figura 17 Evaluación inicial de las 5s realizada al operario de Troqueladora.

4. Suelta

En el último proceso siendo este suelta al igual que en los 3 anteriores se va a realizar la encuesta al operario designado en de este proceso, esto teniendo en cuenta la ponderación de la **Figura 14** y mostrando los resultados en la **Figura 18** siendo este el análisis inicial del proceso de suelta.

EVALUACIÓN INICIAL DE LAS 5S EN SUELDA						
HERRAMIENTA	PREGUNTA	PUNTAJE				
		1	2	3	4	5
CLASIFICACIÓN	¿El área de trabajo está libre de herramientas y materiales innecesarios?		X			
	¿Se realiza regularmente una revisión para eliminar elementos innecesarios?		X			
PUNTAJE		2				
ORDEN	¿Las herramientas necesarias están organizadas y tienen un lugar asignado?			X		
	¿El acceso a herramientas y materiales es rápido y eficiente?		X			
PUNTAJE		3				
LIMPIEZA	¿El área de trabajo se mantiene limpia durante y después de cada uso?			X		
	¿Existen rutinas establecidas para la limpieza del área y sus alrededores?			X		
PUNTAJE		3				
ESTANDARIZACIÓN	¿Tiene acceso a procedimientos claros y visibles para realizar su trabajo?		X			
	¿Se han establecido procedimientos estandarizados para la realización de tareas?	X				
PUNTAJE		1,5				
DISCIPLINA	¿Se realizan inspecciones seguidas por los supervisores?		X			
	¿Se han establecido mecanismos para monitorear el cumplimiento de las reglas y normas en el área?		X			
PUNTAJE		2				

Figura 18 Evaluación inicial de las 5s realizada al operario de Suelta.

Teniendo en cuenta todas estas encuestas realizadas a cada uno de los operarios se va propone aplicar los documentos los cuales se han realizado previamente con el objetivo de poder reducir las imperfecciones en cada uno de los procesos y realizar una implementación de las 5s de manera adecuada en cada proceso, y con la ayuda de otras herramientas de lean Manufacturing las cuales ayudaran a realizar una mejora significativa dentro de la empresa metalmecánica Metalinox.

3.1.2. Kanban

El desarrollo de esta herramienta de manufactura esbelta requiere entender que su principal objetivo es utilizar tarjetas visuales para gestionar el flujo de piezas. Esto

permite evitar acumulaciones innecesarias y asegura que los diferentes procesos operen de manera fluida. Además, garantiza una distribución adecuada de las tareas en los distintos ámbitos, priorizando correctamente las actividades más importantes.

Durante el desarrollo de esta herramienta de manufactura esbelta se utilizaron los datos mostrados dentro de la **Figura 3**, de esta manera se pudo realizar un análisis donde se pudo determinar que las tareas se pueden dividir por su estado siendo los siguientes:

- c. **Por hacer:** Incluye tareas que están pendientes de iniciar. Estas tareas ya están identificadas.
- d. **En progreso:** Incluye tareas en las que se está trabajando activamente.
- e. **En espera:** Son tareas las cuales se encuentran detenidas sea por factores internos o externos a la compañía.
- f. **Completado:** Incluye a las tareas las cuales ya han culminado, y están esperando a ser entregadas.

Además, se identificó la criticidad de cada tarea esto se basará en los plazos asignados y en los diferentes clientes y sus exigencias, por ende, se clasificó en 3 tipos:

- **Normal:** son las tareas las cuales su criticidad es la más baja y su prioridad en realizarlas es normal como indica su nombre.
- **Importante:** Son aquellas las cuales tienen más importancia y su prioridad es más alta.
- **Urgente:** Son aquellas las cuales están próximas a ser entregadas y se tienen que completar de manera inmediata.

Una vez identificados los estados de las tareas y la criticidad de cada una de ellas se analiza la información de todas las tareas las cuales se están llevando dentro de la compañía con la finalidad de identificar áreas de mejora.

La siguiente figura muestra las tareas asignadas previamente, el estado en que se encuentran como su criticidad, además se muestra las fechas en que se iniciaron las actividades, la fecha prevista a ser entregada y la fecha donde se finalizó la tarea, además se asignó un vínculo el cual muestra las tareas dentro del tablero de Kanban.

Estado	Criticidad	Tarea	Descripción	Inicio	Previsto	Final	Proceso	KANBAN
COMPLETADO	NORMAL	Fabricación de piezas de repuesto	Maquinado de piezas cilíndricas y complejas en torno para reemplazo de componentes desgastados.	18/11/2024	21/11/2024	21/11/2024	Torno	Tarea 1
COMPLETADO	URGENTE	Reparación de fisuras en estructuras metálicas	Soldadura de partes agrietadas o rotas en piezas metálicas de maquinaria o equipos industriales.	19/11/2024	29/11/2024	29/11/2024	Suelda	Tarea 2
EN PROGRESO	NORMAL	Fresado de ranuras para componentes de acoplamiento	Creación de ranuras o chaveteros en piezas para ensamblajes mecánicos.	30/12/2024	6/12/2025		Fresadora	Tarea 3
EN ESPERA	IMPORTANTE	Corte y perforación de láminas metálicas	Troquelado de piezas planas, como tapas o bridas, con precisión según los planos técnicos.	6/12/2024	12/12/2024		Troqueladora	Tarea 4
POR HACER	IMPORTANTE	Unión de estructuras metálicas mediante soldadura MIG	Ensamblaje de partes metálicas para fabricar o reparar componentes de maquinaria.	13/12/2024	17/12/2024		Suelda	Tarea 5
POR HACER	NORMAL	Rectificado de piezas cilíndricas	ajuste y mejora de tolerancias en superficies cilíndricas desgastadas o fuera de especificación.	18/12/2024	23/12/2024		Torno	Tarea 6

Figura 19 Tareas asignadas para Kanban

Considerando las tareas listadas en la tabla, con sus respectivos estados, niveles de criticidad, y fechas de inicio, previstas y finales, es posible elaborar un tablero Kanban que visualice el progreso de cada tarea. Este tablero, representado en la **Figura 19**, permite un control visual eficiente de las actividades asignadas en la empresa metalmecánica. Esto facilita la gestión de recursos, procesos y cumplimiento de plazos propuestos. Además, asegura una mejora en la organización al identificar de forma rápida las tareas completadas, en progreso, en espera o pendientes por iniciar, optimizando así el flujo de trabajo y la toma de decisiones.

POR HACER	EN PROGRESO	EN ESPERA	COMPLETADO
Tarea 6: Rectificado de piezas cilíndricas Descripción: ajuste y mejora de tolerancias en superficies cilíndricas desgastadas o fuera de especificación. Inicio: 18/12/2024 Previsto: 23/12/2024 Final: Proceso: Torno	Tarea 3: Fresado de ranuras para componen Descripción: Creación de ranuras o chaveteros en piezas para ensamblajes mecánicos. Inicio: 30/12/2024 Previsto: 12/12/2025 Final: Proceso: Fresadora	Tarea 4: Corte y perforación de láminas metálicas Descripción: Troquelado de piezas planas, como tapas o bridas, con precisión según los planos técnicos. Inicio: 06/12/2024 Previsto: 12/12/2024 Final: Proceso: Troqueladora	Tarea 2: Reparación de fisuras en estructura Descripción: Soldadura de partes agrietadas o rotas en piezas metálicas de maquinaria o equipos industriales. Inicio: 19/11/2024 Previsto: 29/11/2024 Final: 29/11/2024 Proceso: Suelda
Tarea 5: Unión de estructuras metálicas me Descripción: Ensamblaje de partes metálicas para fabricar o reparar componentes de maquinaria. Inicio: 13/12/2024 Previsto: 17/12/2024 Final: Proceso: Suelda			Tarea 1: Fabricación de piezas de repuesto Descripción: Maquinado de piezas cilíndricas y complejas en torno para reemplazo de componentes Inicio: 18/11/2024 Previsto: 21/11/2024 Final: 21/11/2024 Proceso: Torno

Figura 20 Kanban de Tareas dentro de Metalinox.

Dentro de la **Figura 20** se muestra el análisis de todas las tareas que fueron asignadas por la empresa, así como las tareas y sus procesos están identificas, como su descripción y fechas propuestas además se resalta que las tareas por hacer y en espera resaltan las fechas

esto debido a no descuidar las tareas que están pendientes dentro de la compañía, de esta manera el objetivo principal el cual es mostrar de manera gráfica y con ayuda visuales se llegue a cumplir.

3.1.3. Value Stream Mapping (VSM)

A través del VSM, se obtiene una representación gráfica que permite entender cómo fluye el trabajo, los materiales y la información desde el inicio hasta la entrega del producto final.

En el caso de Metalinox, se ha utilizado para analizar y representar los procesos de fabricación de equipos y mantenimiento, que incluyen operaciones como el uso de torno, fresadora, troqueladora y soldadura. Para esto, se han empleado diagramas de flujo, que detallan los pasos específicos dentro de cada proceso y cómo interactúan entre sí.

Los diagramas de flujo son representaciones gráficas que muestran la secuencia de actividades dentro de un proceso. Combinando el VSM y los diagramas de flujo, es posible obtener una visión más clara y detallada de los procesos, lo que ayuda a tomar decisiones informadas para optimizar la producción y reducir los tiempos de inactividad.

- **Fabricación de Equipos**

El proceso de fabricación de equipos es una operación compleja que abarca desde la recepción de las órdenes de compra hasta la entrega de productos terminados y funcionales. Cada etapa está diseñada para garantizar la calidad y satisfacción del cliente, especialmente en la industria alimentaria, donde los estándares sanitarios son imprescindibles. A continuación, se detalla este proceso mediante un diagrama de flujo que representa visualmente cada una de las fases, destacando los puntos de decisión, las actividades principales y las inspecciones de calidad, con el fin de mostrar claramente cómo las órdenes de compra se transforman en productos listos para su entrega al cliente.

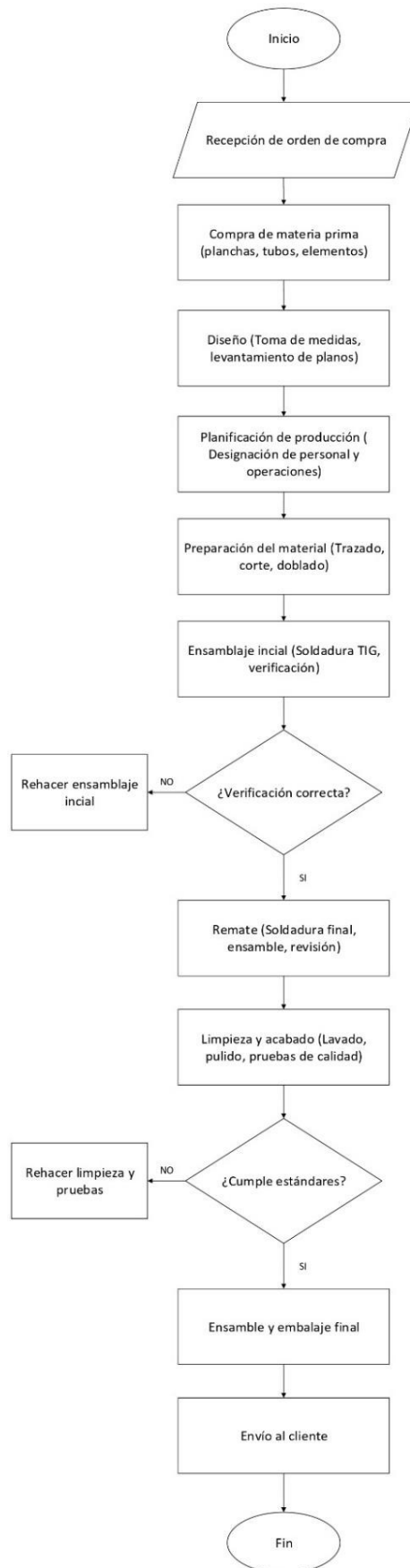


Figura 21 VSM Fabricación de equipos.

- **Mantenimiento**

El mantenimiento es un procedimiento fundamental para garantizar el correcto funcionamiento y la vida útil de los equipos industriales. Desde la recepción del equipo o reporte de falla hasta la entrega del equipo en óptimas condiciones de funcionamiento, cada paso busca identificar, planificar y solucionar problemas de manera eficiente. Este proceso incluye inspecciones técnicas, comunicación con el cliente y pruebas de funcionamiento. A continuación, la **Figura 22** muestra el diagrama de flujo de mantenimiento, destacando las actividades clave, las decisiones y las verificaciones necesarias para asegurar la satisfacción del cliente y la óptima operación del equipo.

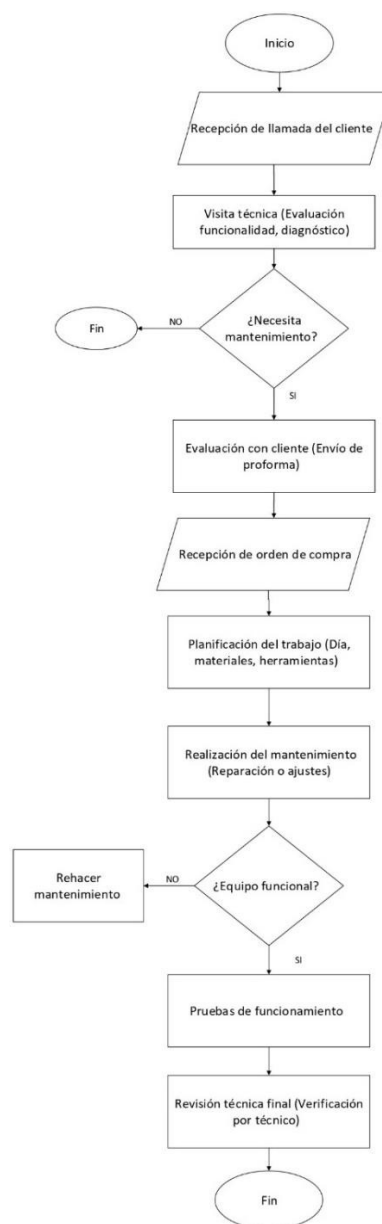


Figura 22 VSM de mantenimiento.

- **Proceso de Torno**

El torno permite la fabricación de piezas cilíndricas con alta precisión, contribuyendo significativamente a procesos industriales complejos. Desde la selección de materia prima hasta la obtención de piezas terminadas que cumplen con las especificaciones técnicas requeridas, el operador garantiza que cada pieza cumpla con las especificaciones técnicas necesarias. Este proceso se presenta en la **Figura 23**, donde se muestran claramente los pasos secuenciales, las configuraciones esenciales y las verificaciones de calidad realizadas durante la operación.

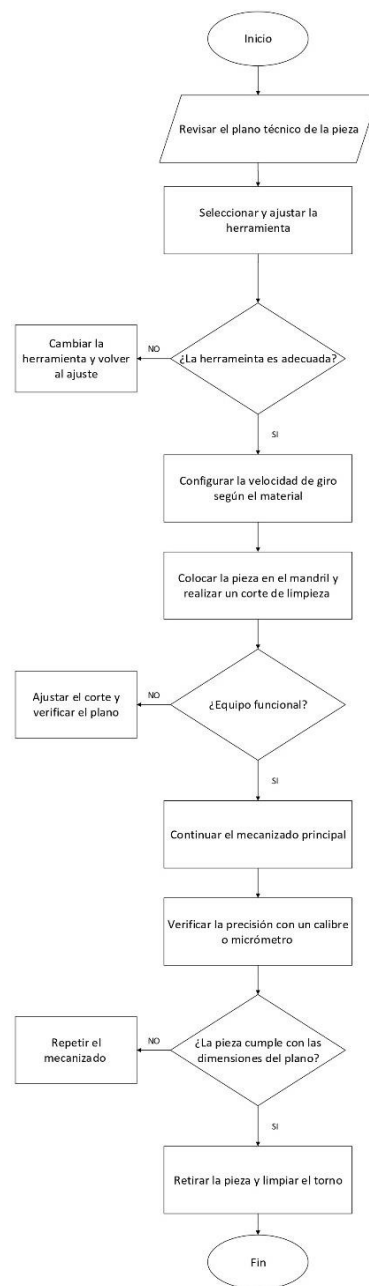


Figura 23 VSM Proceso de Torno.

- **Proceso de Fresadora**

La fresadora es una herramienta versátil utilizada para trabajar superficies planas o complejas en diversos materiales. Este proceso se caracteriza por la precisión en la configuración de la máquina, el fresado progresivo del material y las verificaciones constantes. Desde la preparación de la pieza o material a fresar hasta la obtención de una pieza trabajada que cumple con los requerimientos establecidos, cada etapa asegura calidad y precisión. A continuación, se presenta en la **Figura 24**, en el cual se desglosa cada una de las etapas, detallando cada paso que se realiza dentro de este proceso.

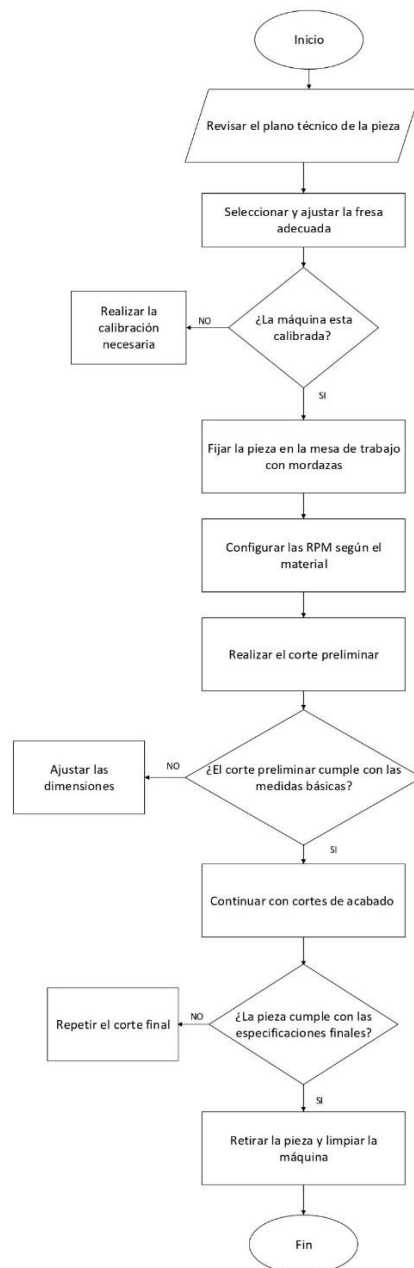


Figura 24 VSM Proceso de Fresadora.

- **Proceso de Soldadura**

La soldadura es esencial para garantizar uniones sólidas y permanentes entre piezas metálicas. Desde la preparación de las superficies a soldar hasta la obtención de uniones metálicas que cumplen con los estándares estructurales y estéticos requeridos, cada paso se ejecuta con precisión para cumplir con los objetivos del proceso. El proceso de soldadura se detalla en la **Figura 25**.

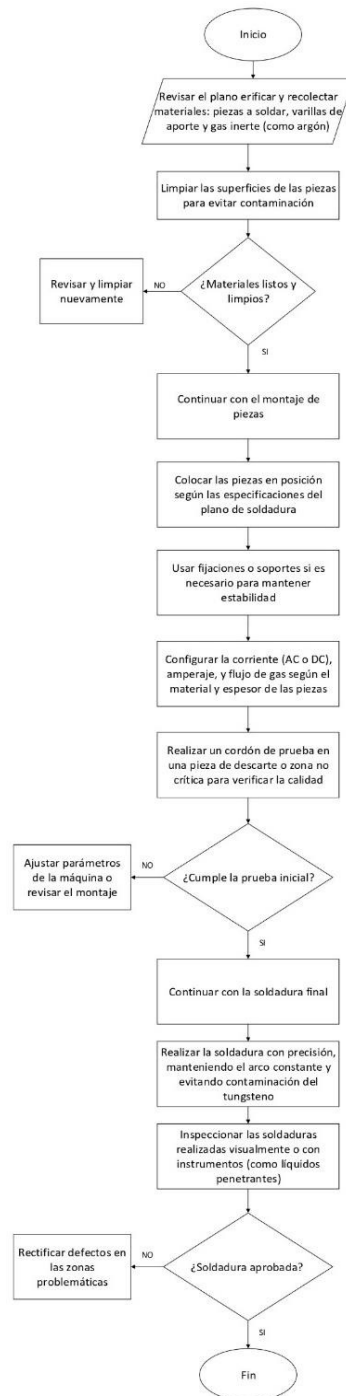


Figura 25 VSM proceso de soldadura.

- **Proceso de Troqueladora**

El proceso de troquelado es crítico para la creación de piezas metálicas con formas específicas y tolerancias ajustadas. Desde la colocación de la lámina metálica hasta la obtención de piezas troqueladas que cumplen con las especificaciones requeridas, este procedimiento combina precisión y eficiencia. A continuación, se presenta un diagrama de flujo que detalla las etapas clave, incluyendo la configuración de la máquina, el troquelado y las verificaciones posteriores para garantizar que el producto final cumpla con las especificaciones requeridas.

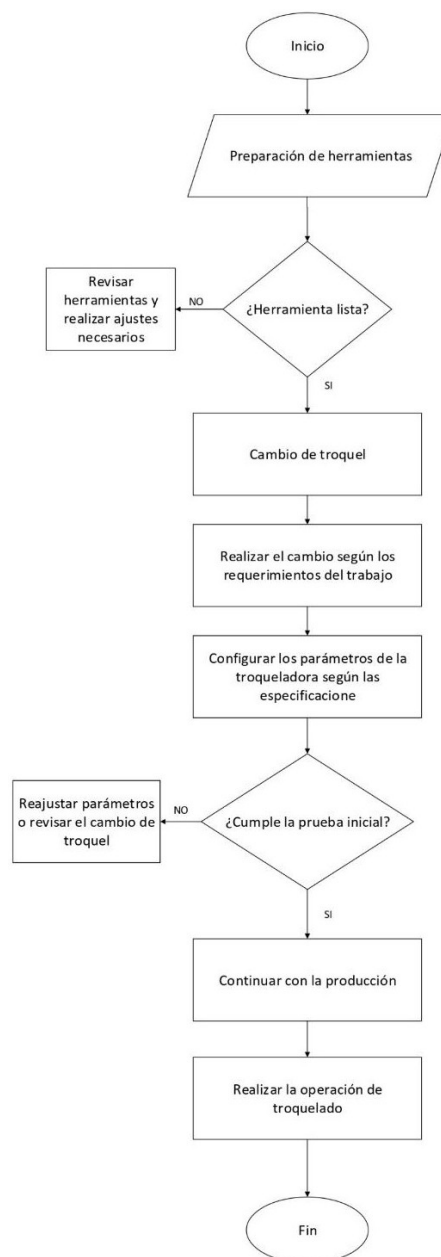


Figura 26 VSM Proceso de Troqueladora.

La propuesta de implementación del VSM en los procesos de la empresa “Metalinox” ha demostrado ser una herramienta importante que puede ayudar a optimizar tanto la fabricación de equipos como los servicios de mantenimiento. Al mapear y analizar detalladamente cada etapa de los procesos, se podrá identificar las ineficiencias y áreas de mejora que, una vez corregidas, permitirán a la empresa mejorar su eficiencia operativa, reducir costos y tiempos muertos, y asegurar una mejor calidad en sus productos y servicios. Con la optimización de estos procesos, Metalinox no solo podrá ofrecer productos y servicios de mayor calidad, sino que también fortalecerá su posición en el mercado al ser más ágil y competitivo, respondiendo mejor a las demandas de los clientes y mejorando la satisfacción general.

3.1.4. Heijunka

La propuesta de implementación de Heijunka busca mejorar la planificación y distribución de las tareas en la empresa. Actualmente, la carga de trabajo está desbalanceada, lo que genera ineficiencias como tiempos muertos y sobrecarga en ciertas áreas. La idea de esta herramienta es nivelar la carga de trabajo, garantizando un flujo constante y evitando picos de trabajo innecesarios. En la planificación, F significa fabricación y M mantenimiento.

Tomando en cuenta los datos iniciales mostrando en la **Figura 4** se proceda a realizar la mejora con la herramienta de lean manufacturing. En la **Figura 27**, se muestra que la planificación se ajusta para equilibrar la carga de trabajo de manera más uniforme entre mantenimiento y servicios. Esto permite reducir significativamente el tiempo óseo al 5,24 y aumentar la eficiencia promedio al 94,77.

PLANIFICACIÓN MENSUAL							
Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Horas Trabajadas	Capacidad Utilizada
1	M	M	F	M	F	39	90,7
2	M	F	M	F	M	41	95,34
3	F	M	M	F	M	43	100
4	M	F	M	M	F	40	93,02
						Promedio eficiencia	94,77
						Tiempo oseo	5,24

M	Mantenimiento
F	Fabricación

Figura 27 Planificación con Heijunka.

Tras nivelar la producción y las horas trabajadas, la eficiencia experimenta un incremento del 3,54% y una reducción del tiempo óseo de 3,53%, en comparación con las **Figuras 4 y 5**. Estos ajustes favorecen la mejora de la operatividad mensual en ambas categorías,

gracias a la redistribución equilibrada de las tareas. Así, se optimiza el uso de recursos, como se muestra en la **Figura 28**.

Categoría	Mantenimiento	Fabricación
Horas trabajadas (Mensual)	96	64
Horas necesarias (Mensual)	103	68
Tiempo Oseo (horas)	7	4
Eficiencia (%)	93%	94%

Figura 28 Datos de producción con Heijunka.

Como resultado de esta propuesta, la eficiencia se incrementó a un 93 % y 94 %, mientras que el tiempo ocioso se redujo en 7 y 4 horas mensuales en comparación con los datos iniciales. Esto permitió a la empresa optimizar la distribución de tareas entre las áreas de mantenimiento y fabricación. Al equilibrar la carga de trabajo, se logró un mejor aprovechamiento de los recursos, una disminución del tiempo muerto y una mejoran en la eficiencia general. Además, el flujo de trabajo se volvió más estable, favoreciendo el cumplimiento de los plazos de entrega. Esto favorece que la empresa opere de forma más organizada, ahorre tiempo y costos, y refuerce su competitividad a largo plazo.

3.1.5. Smed

En la empresa metalmecánica Metalinox, se implementará esta propuesta en cada uno de los procesos involucrados, como torno, fresadora, troqueladora y soldadura. De esta manera, se logrará reducir los tiempos muertos en cada uno de estos procesos, con el objetivo de que las actividades internas puedan ser transformadas en actividades externas, mejorando la eficiencia general.

- **Internas:** las que solo pueden realizarse con la máquina detenida.
- **Externas:** las que pueden realizarse con la máquina en operación.

Dentro del proceso de torno, fresadora, troqueladora y suelda la herramienta de Smed es crucial para reducir los tiempos muertos durante los cambios de herramienta, para el desarrollo de esta herramienta se utilizaron los tiempos medidos en la **Figura 6**.

Para ello se identificaron las actividades internas y externas, sabiendo que tipo de actividades son se procede a estimar el tiempo de cada una de ellas, siendo el siguiente mostrado en la figura a continuación.

Actividad	Categoría	Tiempo Antes de SMED (min)
Montaje y desmontaje de herramientas	Interna	25
Ajuste manual de la materia prima	Interna	20
Calibración de piezas de equipos	Interna	15
Preparación de herramientas	Externa	20
Inspección de planos	Externa	10
Inspección de materia prima	Externa	15
Preparación de la materia prima aprobada	Externa	20
Marcar referencias o alineaciones	Externa	10
Comunicar requerimientos o materiales faltantes	Externa	10
		145

Figura 29 Tiempos de las actividades en Metalinox.

Para la aplicación de Smed en cada una de estas actividades se realizó un análisis para poder reducir el tiempo muerto entre las actividades de esta manera las actividades internas y externas lograran disminuir su tiempo y mejorar su operación.

Actividades Internas

- **Montaje y desmontaje de herramientas:** con la ayuda de bandejas organizadoras cerca del torno con las herramientas necesarias previamente seleccionadas. Esto eliminará el desplazamientos y tiempos de búsqueda.
- **Calibración de piezas de equipos:** Se propone la utilización de plantillas recalibradas para cada actividad que reducirán el tiempo requerido para ajustar equipos a las dimensiones necesarias.

Actividades Externas

- **Preparación de herramientas:** Se propone establecer un procedimiento de preselección de herramientas previo a la realización de una tarea.
- **Inspección previa de material:** Previo a poner la máquina en operación se propone una inspección del material con el fin de que esté listo para la operación.
- **Inspección de planos:** Se propone realizar un análisis previo de los planos durante la planificación del turno, lo que eliminó tiempos innecesarios.
- **Inspección de materia prima:** Previo a la operación se propone un análisis de la materia prima requerida.
- **Marcar referencias o alineaciones:** se podría implementar plantillas y guías simples para realizar las alineaciones.

Dentro del áreas de los procesos productivos de Metalinox se procedió a realizar una toma de tiempos después de la propuesta, mostrado en la **Figura 30** resaltando las áreas donde se logró una mejora en cuestión de tiempos al implementar esta propuesta.

Actividad	Categoría	Torno	Fresadora	Troqueladora	Suelda	Promedio de la propuesta SMED (min)
Montaje y desmontaje de herramientas	Interna	18	22	26	22	22
Ajuste manual de la materia prima	Interna	10	28	23	18	20
Calibración de piezas de equipos	Interna	15	12	14	7	12
Preparación de herramientas	Externa	29	31	8	4	18
Inspección de planos	Externa	9	5	18	4	9
Inspección de materia prima	Externa	16	14	16	6	13
Preparación de la materia prima aprobada	Externa	17	30	17	8	18
Marcar referencias o alineaciones	Externa	14	5	7	6	8
Comunicar requerimientos o materiales faltantes	Externa	18	5	5	12	10
						130

Figura 30 Aplicación de Smed actividades internas y externas.

Con esta propuesta se logró una reducción de tiempos en minutos considerable en casi todas las actividades, dando un total de 130 minutos, realizando una comparación antes de la propuesta y después en todas las actividades y en la **Figura 31** se muestra la tabla comparando cada actividad y la totalidad.

Actividad	Categoría	Tiempo Antes de SMED (min)	Tiempo Después de SMED (min)	Reducción (%)
Montaje y desmontaje de herramientas	Interna	25	22	12%
Ajuste manual de la materia prima	Interna	20	20	0%
Calibración de piezas de equipos	Interna	15	12	20%
Preparación de herramientas	Externa	20	18	10%
Inspección de planos	Externa	10	9	10%
Inspección de materia prima	Externa	15	13	13%
Preparación de la materia prima aprobada	Externa	20	18	10%
Marcar referencias o alineaciones	Externa	10	8	20%
Comunicar requerimientos o materiales faltantes	Externa	10	10	0%
		145	130	

Figura 31 Comparación de las actividades antes y después de la propuesta.

La **Figura 32** presentada muestra el impacto de la implementación de la metodología SMED (Single Minute Exchange of Die) en la reducción de tiempos asociados a actividades internas y externas durante un proceso de cambio. Antes de aplicar SMED, el tiempo total requerido para completar estas actividades era de 145 minutos, de los cuales 60 minutos correspondían a actividades internas y 85 a actividades externas. Después de la implementación, los tiempos se redujeron a 54 minutos para las actividades internas (una mejora del 10%) y a 76 minutos para las externas (una mejora del 11%), logrando un tiempo total de 130 minutos. Esto representa una reducción global del 10%, evidenciando la eficacia de SMED en optimizar procesos y disminuir tiempos improductivos.

ACTIVIDADES	Antes de SMED (min)	Después de SMED (min)	Reducción (%)
Internas	60	54	10%
Externas	85	76	11%
Total	145	130	10%

Figura 32 Resultados generales de la aplicación de Smed.

3.1.6. Just Intime

Con las herramientas de Lean Manufacturing ya propuestas (5S, Heijunka, SMED, VSM y Kanban), el aporte al sistema Just inTime (JIT) se traduce en mejoras directas en la eficiencia operativa, reducción de desperdicios y sincronización de los procesos productivos. Dentro de la **Figura 33** se muestra como cada una de las herramientas planteadas en esta propuesta aporta a la metodología de Just intime.

Herramienta Lean	Aporte Específico	Impacto en el Sistema JIT
5S (Orden y Limpieza)	- Organización del espacio de trabajo.	- Reducción de tiempos de búsqueda de herramientas y materiales.
	- Eliminación de materiales innecesarios.	- Disminución de interrupciones en el flujo continuo.
	- Identificación visual de problemas.	- Mejora en la productividad diaria.
Heijunka (Nivelación de Producción)	- Producción balanceada para evitar sobrecarga y tiempos muertos.	- Sincronización de la producción con la demanda del cliente.
	- Reducción de inventarios intermedios.	- Disminución de la variabilidad en los tiempos de ciclo.
		- Producción ajustada a lotes pequeños.
SMED (Reducción de Tiempos de Cambio)	- Optimización de setups en torno, fresadora y troqueladora y suelda	- Reducción de tiempos muertos.
	- Identificación de actividades internas y externas.	- Mayor flexibilidad para producir lotes pequeños.
		- Incremento de la capacidad de respuesta a la demanda.
VSM (Mapeo de la Cadena de Valor)	- Identificación de desperdicios en los procesos.	- Mejora en la eficiencia de los procesos.
	- Diseño de un flujo continuo.	- Eliminación de actividades sin valor agregado.
	- Optimización de movimientos y transporte.	- Tiempos de entrega más cortos.
Kanban (Basado en tareas: "Por hacer", "En progreso", "En espera" y "Completado")	- Visualización del estado de cada tarea en el flujo de trabajo.	- Gestión eficiente de tareas en cada etapa del proceso.
	- Priorización de actividades según su avance.	- Reducción de acumulaciones en puntos críticos.
	- Control del progreso en tiempo real.	- Garantiza que cada tarea sea completada justo a tiempo, mejorando la fluidez del sistema.

Figura 33 Propuesta de Just Intime en Metalinox.

Las herramientas de Lean Manufacturing en conjunto aseguran que cada aspecto del proceso productivo esté alineado con los principios del JIT: producción sin exceso de inventarios, alta flexibilidad y una respuesta ágil a la demanda. A través de la mejora continua, la eliminación de desperdicios y la optimización del flujo de trabajo, se logra una producción más eficiente, con menos tiempos de espera y mayor capacidad de respuesta, lo que resulta en una operación más rentable y competitiva.

3.2. Discusión de Resultados

La implementación de la metodología de Lean Manufacturing en la empresa metalmecánica Metalinox ha sido un proceso integral diseñado para abordar desafíos específicos en sus operaciones. Este apartado del capítulo discute los resultados obtenidos, evidenciando la mejora dentro de los procesos productivos y la eficiencia operativa que se ha llegado a alcanzar, en los siguientes apartados se enumeran los puntos clave que ha generado esta propuesta.

- La propuesta de aplicación de Lean Manufacturing en Metalinox ha permitido identificar y eliminar actividades sin valor agregado, optimizando los procesos productivos mediante herramientas como 5S, Kanban y Value Stream Mapping (VSM), las cuales han facilitado la detección de flujos de trabajo ineficientes, la eliminación de tiempos muertos, y la mejora en la organización del espacio de trabajo y la secuenciación de tareas; además, la implementación de Heijunka ha equilibrado la carga laboral, reduciendo la sobrecarga en áreas específicas y minimizando los tiempos de espera
- La recolección de datos a través de encuestas y observaciones directas ha permitido identificar áreas críticas donde se presentaban ineficiencias. Las encuestas iniciales revelaron que los operarios enfrentaban problemas relacionados con la organización y el acceso a herramientas, lo que generaba tiempos muertos en la producción. Esta evaluación ha sido fundamental para establecer un punto de partida claro para las mejoras.
- El análisis de los datos recolectados ha permitido identificar oportunidades específicas para la implementación de herramientas de manufactura esbelta. Se han detectado áreas donde la metodología 5S podría ser aplicada para mejorar la organización y limpieza, así como la necesidad de implementar Kanban para mejorar la gestión de tareas asignadas dentro de la empresa, siendo clasificadas por su estado y criticidad.
- El plan de acción se desarrolló a través de las propuestas de implementación de herramientas de Lean Manufacturing, enfocándose en eliminar actividades innecesarias, optimizar procesos y reducir desperdicios. Esta propuesta busca no solo mejorar la eficiencia operativa, sino también transformar la cultura organizacional hacia la mejora continua, fomentando un entorno más productivo, con menos defectos y mayor seguridad laboral.

CONCLUSIONES

- La propuesta de implementar herramientas de manufactura esbelta en Metalmecánica Metalinox demuestra que estas metodologías son efectivas para optimizar los procesos productivos al reducir actividades que no agregan valor, como tiempos muertos y movimientos innecesarios. Esta optimización no solo mejora la eficiencia dentro de la empresa, sino que también incrementa la capacidad de la empresa para cumplir con los estándares de calidad y satisfacer las demandas del cliente de manera oportuna.
- La evaluación de los procesos actuales permitió identificar puntos críticos y áreas de oportunidad y tiempos prolongados en ciertas operaciones. Estas áreas se convierten en el foco principal para aplicar herramientas como 5S, KANBAN y SMED, logrando así una mejora continua y el fortalecimiento de la cultura organizacional productiva dentro de la empresa.
- A través de la evaluación de los puestos de trabajo y la recolección de datos, se han identificado oportunidades clave para implementar herramientas de manufactura esbelta, lo que ha facilitado la mejora continua en las operaciones y el aumento de la eficiencia.
- La propuesta ha sentado las bases para un plan de acción efectivo que incluye la capacitación del personal en metodologías Lean y la creación de un equipo de mejora continua, promoviendo una cultura organizacional que fomenta la participación activa de todos los operarios.
- La implementación de Lean Manufacturing ha tenido un impacto positivo en la productividad, con un aumento en la producción; en la calidad, con una reducción de defectos; y en la seguridad laboral, gracias a la mejora en la organización y limpieza de los espacios de trabajo, lo que evita que existan accidentes laborales.

RECOMENDACIONES

- Es fundamental realizar capacitaciones continuas sobre las herramientas de manufactura esbelta para que los empleados comprendan y se comprometan con los cambios propuestos. Esto garantizará la correcta implementación de las metodologías y fomentará una cultura de mejora continua.
- Se recomienda a Metlinox tener en cuenta estas herramientas e instruir al personal en metodologías de manufactura esbelta, como 5S, Kanban y SMED, asegurando que todos los empleados comprendan y apliquen estas herramientas para maximizar la eficiencia operativa.
- Para maximizar los beneficios de la manufactura esbelta, la empresa debería considerar la integración de tecnologías modernas que permitan automatizar procesos repetitivos y reducir errores humanos. Esto fortalecerá la competitividad de Metalmecánica Metlinox en el mercado y facilitará la adopción de una estrategia de producción más ágil y eficiente.
- Realizar proyectos piloto en áreas identificadas como críticas para aplicar las herramientas de manufactura esbelta. Esto permitirá evaluar la efectividad de las metodologías en un entorno controlado antes de su implementación a gran escala, garantizando una transición más fluida y efectiva.
- Es recomendable dentro de las empresas establecer revisiones periódicas de los resultados obtenidos a partir de la implementación de Lean Manufacturing, analizando el impacto en la productividad, calidad y seguridad laboral. Esto permitirá ajustar las estrategias y asegurar que se mantengan los beneficios a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] F. R. FLORES BENÍTEZ and G. B. NÚÑEZ SILVA, “Aplicación del Lean Manufacturing a una pequeña empresa de fundición metálica,” *E-IDEA 4.0 Revista Multidisciplinar*, vol. 4, no. 11, pp. 18–30, Jun. 2022, doi: 10.53734/mj.vol4.id216.
- [2] Espinoza Anthony, “PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ,” Lima, Sep. 2019.
- [3] O. Piero and B. Arcaya, “Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial,” Lima, May 2021.
- [4] K. Hautamäki Supervisors and T. Westerlund Kristian Väisänen, “Development of a new expandable Andon light system into lean manufacturing production using MQTT and smart bulbs Kalle Hautamäki: Development of a new expandable Andon light system into lean manufacturing production using MQTT and smart bulbs,” 2023.
- [5] A. M. A. A. Mohamad Effendi, “Framework of Andon Support System in Lean Cyber-Physical System Production Environment,” 2019.
- [6] J. A. Bravo Fernandez, “Aplicación de herramientas Lean Manufacturing (5S, Andon y Tiempo Estándar) para el aumento de la productividad en el área de producción de una empresa metalmecánica,” *Industrial Data*, vol. 26, no. 1, pp. 217–245, Jul. 2023, doi: 10.15381/idata.v26i1.24580.
- [7] Amado Reyes, “ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA A TRAVÉS DEL USO DE HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING PARA LA,” 2019.
- [8] Lopez Pedro and Cruz Edward, “4ce7898eb81e06781425b3f4f2d703db34c852b5,” 2020.
- [9] A. Mexicano Santoyo, M. E. Hernández Hinojosa, J. C. Carmona Frausto, S. Cervantes Alvarez, and P. N. Montes Dorantes, “Mejora de procesos de laboratorio de mecánica de suelos aplicando herramientas de manufactura esbelta,” *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, vol. 14, no. 27, Oct. 2023, doi: 10.23913/ride.v14i27.1641.

- [10] Chapuel Amparo, “2020_AmparoChapuelTello,” 2020.
- [11] Canahua Nohemy, “Canahua_an,” 2021.
- [12] Romero Davis, Gaiardelli Paolo, Daryl Powell, Wuest Thorsten, and Thurer Matthias, “JIDOKA,” 2019.
- [13] J. L. García-Alcaraz, A. S. Morales García, J. R. Díaz-Reza, E. Jiménez Macías, C. Javierre Lardies, and J. Blanco Fernández, “Effect of lean manufacturing tools on sustainability: the case of Mexican maquiladoras,” *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 29, no. 26, pp. 39622–39637, Jun. 2022, doi: 10.1007/s11356-022-18978-6.
- [14] J. Deuse, U. Dombrowski, F. Nöhring, J. Mazarov, and Y. Dix, “Systematic combination of Lean Management with digitalization to improve production systems on the example of Jidoka 4.0,” *International Journal of Engineering Business Management*, vol. 12, 2020, doi: 10.1177/1847979020951351.
- [15] S. M. Zahraee, A. Tolooie, S. J. Abrishami, N. Shiwakoti, and P. Stasinopoulos, “Lean manufacturing analysis of a Heater industry based on value stream mapping and computer simulation,” in *Procedia Manufacturing*, Elsevier B.V., 2020, pp. 1379–1386. doi: 10.1016/j.promfg.2020.10.192.
- [16] C. Castillo, “The workers’ perspective: emotional consequences during a lean manufacturing change based on VSM analysis,” *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 33, no. 9, pp. 19–39, 2022, doi: 10.1108/JMTM-06-2021-0212.
- [17] M. Bukhsh *et al.*, “Productivity Improvement in Textile Industry using Lean Manufacturing Practices of 5S & Single Minute Die Exchange (SMED),” 2021.
- [18] Martinez David, “UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA TRABAJO FINAL DEL REALIZADO POR,” 2022.
- [19] J. Nikolić, M. Dašić, and M. Đapan, “SMED AS AN INDISPENSABLE PART OF LEAN MANUFACTURING IN THE SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES,” *International Journal for Quality Research*, vol. 17, no. 1, pp. 255–270, 2023, doi: 10.24874/IJQR17.01-16.
- [20] Rudi A, Fivtriany D, Fahmiruddin I, and Andy M, “5869-10798-1-PB,” 2021.

- [21] A. Htun and C. C. Khaing, "Lean Manufacturing, Just in Time and Kanban of Toyota Production System (TPS)", [Online]. Available: www.ijsetr.com
- [22] L. Castellano Lendínez, "Kanban. Metodología para aumentar la eficiencia de los procesos. 3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme," vol. 8, no. 1, pp. 30–41, 2019, doi: 10.17993/3ctecno/2019.
- [23] S. Widjajanto, H. H. Purba, and S. C. Jaqin, "Novel poka-yoke approaching toward industry-4.0: A literature review," Dec. 19, 2020, *Regional Association for Security and crisis management*. doi: 10.31181/oresta20303065w.
- [24] R. Kumar, R. K. Dwivedi, S. K. Dubey, and A. P. Singh, "Influence and Application of Poka-Yoke Technique in Automobile Manufacturing System," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 1136, no. 1, p. 012028, Jun. 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1136/1/012028.
- [25] B. Rahardjo, F. K. Wang, R. H. Yeh, and Y. P. Chen, "Lean Manufacturing in Industry 4.0: A Smart and Sustainable Manufacturing System," *Machines*, vol. 11, no. 1, Jan. 2023, doi: 10.3390/machines11010072.
- [26] A. Htun and C. C. Khaing, "Lean Manufacturing, Just in Time and Kanban of Toyota Production System (TPS)", [Online]. Available: www.ijsetr.com
- [27] J. L. García-Alcaraz, A. Realyvasquez-Vargas, P. García-Alcaraz, M. P. de la Parte, J. B. Fernández, and E. J. Macias, "Effects of human factors and lean techniques on Just in Time benefits," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 11, no. 7, Apr. 2019, doi: 10.3390/su11071864.
- [28] D. Milewski, "Managerial and Economical Aspects of the Just-In-Time System 'Lean Management in the Time of Pandemic,'" *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 3, Feb. 2022, doi: 10.3390/su14031204.
- [29] C. Ramos, P. Y. Rojas Italo Pág, and P. Anthony Castillo Ramos Italo Yotvel Perez Rojas, "A todos ustedes, por su apoyo incondicional... Muchas gracias...", Peru, 2019.
- [30] M. M. Shahriar, M. S. Parvez, M. A. Islam, and S. Talapatra, "Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study," *Clean Eng Technol*, vol. 8, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.clet.2022.100488.

- [31] R. Montes Quispe, J. N. Malpartida Gutierrez, V. Y. Bringas Ríos, A. Olivera Chura, and J. Torres Huamaní, “Aplicación de las 5s en las empresas textiles latinoamericanas,” *Qantu Yachay*, vol. 2, no. 2, pp. 142–147, Nov. 2022, doi: 10.54942/qantuyachay.v2i2.35.
- [32] Saenz Jose, “SaenzCamargoJoseLuis2019,” 2019.
- [33] D. P. Restuputri and D. Wahyudin, “Penerapan 5s (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) Sebagai Upaya Pengurangan Waste Pada Pt X,” *Jurnal Sistem Teknik Industri (JSTI)*, vol. 21, no. 1, pp. 51–63, 2019.
- [34] C. del C. Hernández-Crisostomo, R. Villagrana-Lopez, K. Cruz-Queb, and A. Caamal-Pech, “Aplicación de la metodología 5S en un almacén para mejora en una industria azucarera,” *593 Digital Publisher CEIT*, vol. 8, no. 1–1, pp. 317–327, Feb. 2023, doi: 10.33386/593dp.2023.1-1.1640.
- [35] A. S. Aldaz Pachacama, M. F. Salazar Bonilla, F. R. Pacheco Rodríguez, and H. P. Ortiz Coloma, “Las 5S como herramienta de mejora caso: laboratorio farmacéutico Liphycos S.A.,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 6, no. 6, pp. 9086–9698, Dec. 2022, doi: 10.37811/cl_rcm.v6i6.4059.
- [36] Arias Andrea, “UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO DE MEJORA 5S La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación (Art. 24-Reglamento de Propiedad Intelectual),” 2021.
- [37] P. I. Vizcaíno Zúñiga, R. J. Cedeño Cedeño, and I. A. Maldonado Palacios, “Metodología de la investigación científica: guía práctica,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 7, no. 4, pp. 9723–9762, Sep. 2023, doi: 10.37811/cl_rcm.v7i4.7658.
- [38] M. Medina, R. Rojas, W. Bustamante, R. Loaiza, C. Martel, and R. Castillo, *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú, 2023. doi: 10.35622/inudi.b.080.
- [39] K. Aníbal, G. Chacha, E. Luciano, H. Ramos, S. I. Lloay Sánchez, and & Lloay, “EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIEN-TÍFICA O JURÍDICA THE RESEARCH PROJECT:

- SCIENTIFIC OR LEGAL RESEARCH METHODOLOGY,” 2021. [Online]. Available: <https://orcid.org/0000-0002-0517-1015>
- [40] C. A. Ramos-Galarza, “Alcances de una investigación,” *CienciAmérica*, vol. 9, no. 3, pp. 1–6, Oct. 2020, doi: 10.33210/ca.v9i3.336.
- [41] A. F. Haro Sarango, E. R. Chisag Pallmay, J. P. Ruiz Sarzosa, and J. E. Caicedo Pozo, “Tipos y clasificación de las investigaciones,” *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, vol. 5, no. 2, Apr. 2024, doi: 10.56712/latam.v5i2.1927.
- [42] Delgado José, “La investigación científica: su importancia en la formación de investigadores,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 5, no. 3, pp. 2385–2386, Jun. 2021, doi: 10.37811/cl_rcm.v5i3.476.
- [43] G. P. Guevara Alban, A. E. Verdesoto Arguello, and N. E. Castro Molina, “Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción),” *RECIMUNDO*, vol. 4, no. 3, pp. 163–173, Jul. 2020, doi: 10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173.
- [44] C. A. Ramos-Galarza, “Alcances de una investigación,” *CienciAmérica*, vol. 9, no. 3, pp. 1–6, Oct. 2020, doi: 10.33210/ca.v9i3.336.
- [45] I. Alina, K. Q. Somano, C. Alberto, and M. León, *MÉTODOS TEÓRICOS DE INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS-SÍNTESIS, INDUCCIÓN-DEDUCCIÓN, ABSTRACTO-CONCRETO E HISTÓRICO-LÓGICO*. 2020.
- [46] E. Serna, *Metodología de investigación aplicada*. 2019. [Online]. Available: <http://fundacioniai.org>
- [47] J. J. Castro Maldonado, L. K. Gómez Macho, and E. Camargo Casallas, “La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI,” *Tecnura*, vol. 27, no. 75, pp. 140–174, Jan. 2023, doi: 10.14483/22487638.19171.
- [48] Toala Guadalupe and Mendoza Amado, “Dialnet-ImportanciaDeLaEnsenanzaDeLaMetodologiaDeLaInvesti-6989278,” 2019.

- [49] P. Burgos, A. Marquez, B. Baquerizo, N. Dolores, F. Alejandro, and G. Esmeralda, “Cita sugerida (APA, sexta edición),” 2019. [Online]. Available: <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- [50] J. Luis, “Análisis al Método de la Investigación Analysis to the Research Method,” 2015.
- [51] P. I. Vizcaíno Zúñiga, R. J. Cedeño Cedeño, and I. A. Maldonado Palacios, “Metodología de la investigación científica: guía práctica,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 7, no. 4, pp. 9723–9762, Sep. 2023, doi: 10.37811/cl_rcm.v7i4.7658.
- [52] P. D. García, “El método comparativo constante y sus potencialidades para el estudio de políticas educativas para la escuela secundaria en Latinoamérica.”
- [53] T. Yucra Quispe and L. Z. Bernedo Villalta, “Epistemología e Investigación Cuantitativa,” *IGOBERNANZA*, vol. 3, no. 12, pp. 107–120, Dec. 2020, doi: 10.47865/igob.vol3.2020.88.
- [54] Pavel Ernesto Arribas Llópis, Yakelín Gómez Morales, Anselmo Leónides Guillen Estévez, and Celidanay Ramírez Mesa, “La comunicación científica en investigaciones que asumen el enfoque cualitativo: una mirada valorativa,” *EDUMECENTRO*, vol. 13, no. 2, pp. 172–191, 2021, [Online]. Available: <https://orcid.org/0000-0002-8218-5082>
- [55] S. S. Rathi, M. K. Sahu, and S. Kumar, “Implementation of lean manufacturing methods to improve rolling mill productivity,” *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, vol. 11, no. 111, pp. 243–256, Feb. 2024, doi: 10.19101/IJATEE.2023.10102004.