

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PROPUESTA DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN  
MANUFACTURING PARA MEJORAR LA RENTABILIDAD EN  
UNA EMPRESA METALMECÁNICA, TRUJILLO 2021”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Diego Rolando Llatas Rosillo

Asesor:

Ing. Victor Fernando Calla Delgado  
<https://orcid.org/0000-0002-7502-5806>

Trujillo - Perú

2021

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Ing. Cesar Enrique Santos Gonzales</b>	<b>41458690</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

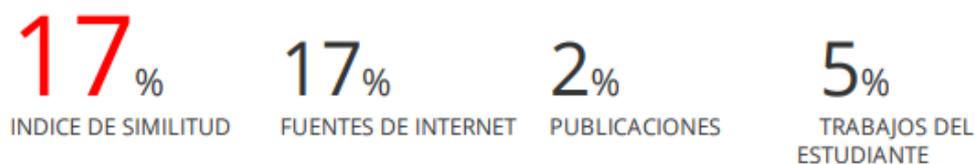
Jurado 2	<b>Ing. Miguel Enrique Alcalá Adrianzen</b>	<b>17904461</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Ing. Oscar Alberto Goicochea Ramírez</b>	<b>18089007</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### Informe 4

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>7%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>www.coursehero.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to unasam</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.urp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>prezi.com</b> Fuente de Internet	

## DEDICATORIA

A Dios, mis padres y hermano, por siempre guiarme  
por el buen camino, alentarme a continuar a pesar de  
las muchas circunstancias adversas que se presenten, porque  
sé que cada día se hizo un esfuerzo para que pueda  
salir adelante, lograr triunfar y cumplir mis objetivos propuestos.

*Diego Rolando Llatas Rosillo*

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi inmensa gratitud sincera a Dios, por haberme dado la voluntad de seguir

luchando hasta cumplir mis sueños.

A mis padre, por todo el cariño, ayuda y exigencia que me brindó cada día para convertirme en lo que soy hoy, estaré agradecida toda la vida por todos los sacrificios que tuvo que hacer

para poder sacar adelante la familia.

A mi madre por el amor, cariño y apoyo incondicional que ha tenido toda la vida con sus hijos, por todas aquellas horas que se mantuvo al pendiente del bienestar de mí y mi hermano,

tratando siempre que nunca nos falta nada.

A mi hermano, que sin su apoyo y motivación que me brindó al siempre buscar ser un buen

ejemplo para él, que siempre ha estado a mi lado en las buenas y las malas.

Finalmente, a mi tutor, que sin sus recomendaciones y apoyo no podría haber llegado tan

lejos.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>JURADO EVALUADOR.....</b>	<b>2</b>
<b>INFORME DE SIMILITUD.....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
1.1. Realidad problemática .....	11
1.2. Antecedentes .....	13
1.3. Bases Teóricas .....	15
1.4. Definición de términos .....	29
1.5. Formulación del problema .....	30
1.6. Objetivos .....	30
1.7. Hipótesis .....	31
1.8. Justificación .....	31
1.9. Aspectos Éticos .....	32
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA .....</b>	<b>33</b>
2.1. Tipo de Investigación.....	33
2.2. Métodos .....	33
2.3. Procedimiento .....	37
2.3.1. <i>Diagnóstico de la realidad actual</i> .....	37
2.3.2. <i>Solución de la Propuesta</i> .....	45
2.3.2.1. <i>Descripción de las causas raíz</i> .....	45
2.3.2.2. <i>Monetización de pérdidas</i> .....	46
2.3.2.3. <i>Solución de la propuesta</i> .....	51
2.3.3. Evaluación Económica Financiera .....	66
2.3.3.1. <i>Inversión de Herramientas</i> .....	66
2.3.3.2. <i>Flujo de Caja Proyectado</i> .....	68
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS.....</b>	<b>71</b>
<b>CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>86</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Pasos del TPM.....	19
Tabla N° 02: Matriz de operacionalización de variables .....	34
Tabla N° 03: Técnica e instrumentos de recolección.....	35
Tabla N° 04: Técnica de análisis de datos .....	36
Tabla N° 05: Matriz de priorización de causas raíz.....	42
Tabla N° 06: Matriz de identificación de identificadores.....	44
Tabla N° 07: Cantidad de estaciones correctamente clasificadas.....	47
Tabla N° 08: Pérdidas monetarias por la causa raíz Nr°02.....	47
Tabla N° 09: Pérdidas monetarias por la causa raíz Nr°06.....	48
Tabla N° 10: Pérdidas monetarias por la causa raíz Nr°03.....	49
Tabla N° 11: Herramientas pérdidas mensuales .....	50
Tabla N° 12: Promedio de búsquedas al día .....	50
Tabla N° 13: Pérdidas monetarias por la causa raíz Nr°01 .....	51
Tabla N° 14: Etiquetas de frecuencia de uso .....	55
Tabla N° 15: Porcentaje de mejora por aplicación de las “5’ s”.....	61
Tabla N° 16: Porcentaje de mejora por el plan de capacitación .....	63
Tabla N° 17: Porcentaje de mejora por aplicación de Poka-Yoke.....	65
Tabla N° 18: Inversión de herramientas .....	67
Tabla N° 19: Flujo de caja .....	68
Tabla N° 20: Flujo neto efectivo.....	69
Tabla N° 21: Indicadores económicos .....	70
Tabla N° 22: Ingresos y egresos .....	70

Tabla N° 23: Índice beneficio costo.....	71
Tabla N° 24: Resultados del diagnóstico de empresa.....	71
Tabla N° 25: Resultados de la evaluación económica.....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01 : Objetivos del Lean Manufacturing .....	16
Figura N° 02: Beneficios del SMED.....	20
Figura N° 03: Flujograma Seiri .....	21
Figura N° 04: Modelo de hoja verificación .....	25
Figura N° 05: Diagrama de operaciones de procesos .....	39
Figura N° 06: Diagrama de Ishikawa.....	40
Figura N° 07: Diagrama de Pareto.....	43
Figura N° 08: Tarjeta roja “5’s”.....	53
Figura N° 09: Tarjeta verde “5’s” .....	54
Figura N° 10: Instructivo de limpieza.....	56
Figura N° 11: Hoja de Verificación de 5S’s .....	58
Figura N° 12: Cronograma de implementación “5’s” .....	60
Figura N° 13: Programa de capacitación .....	62
Figura N° 14: Cronograma de capacitación.....	63
Figura N° 15: Stickers de colores .....	64
Figura N° 16: Estantería metálica.....	65
Figura N° 17: Resultados de las “5S” .....	72
Figura N° 18: Resultados de herramienta Poka-Yoke .....	73
Figura N° 19: Resultados del plan de capacitación .....	74
Figura N° 20: Pérdidas monetarias totales.....	75
Figura N° 21: Porcentaje de aumento de mejora por las herramientas aplicadas.....	75
Figura N° 22: Inversión y beneficio .....	77

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar cuál es el impacto de la propuesta de mejora mediante la aplicación de la metodología lean manufacturing sobre la rentabilidad en una empresa metalmeccánica. Como primera medida se realizó un diagnóstico de la situación actual de empresa mediante las herramientas de diagnóstico más adecuadas para este tipo de estudio, determinando así las causas raíces de la ineficiencia del área de producción, en la empresa metalmeccánica; siendo las más relevantes la falta de limpieza y desorganización, falta de identificación de materiales y herramientas, falta de compromiso y capacitación de los operarios y la inexistencia de un control adecuado y clasificación de los materiales. Una vez identificadas las causas raíces, se realizó un análisis de las mismas y determinando las pérdidas monetarias anuales que generan a la empresa. Se determinó que las herramientas de manufactura esbelta más adecuadas para solucionar la problemática, siendo la metodología “5’S”, Poka-Yoke y Capacitación de operarios, logrando un beneficio anual total de S/ 88.655,77. Como última actividad se realizó la evaluación económica de la propuesta de mejora, obteniendo un VAN de S/ 114,579.09, un TIR del 76,44% y un B/C de 3.0 en un escenario más probable. Demostrando la viabilidad y rentabilidad de la propuesta.

*Palabras clave:* rentabilidad, manufactura esbelta, Poka-Yoke, 5S, capacitación

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El mundo está sufriendo uno de los acontecimientos más grandes de su historia, un confinamiento prácticamente generalizado, debido a la pandemia del Covid-19, que además de provocar lamentables e irreparables pérdidas humanas, tuvo una repercusión en otros aspectos, como la economía. La pandemia generó inmensas pérdidas monetarias en muchos sectores en la mayor parte del planeta, provocando por varios meses y hasta ahora en algunos sectores, incertidumbre. Perú no fue ajeno a las consecuencias de esta enfermedad, llegó incluso a ser de los países más afectados, tanto por letalidad por cada 100 mil habitantes, como por su grave efecto negativo en la economía, llegando al decrecimiento de -30% del PBI. Uno de los sectores más golpeados fue el sector metalmecánica, este rubro, que genera trabajo a alrededor de 300 mil personas, que aunque ya opera casi al 100%, el futuro de la industria aún genera incertidumbre, ya que hacia inicios del año 2019 la industria metalmecánica creció 10,2% con un ligero descenso hacia finales de ese mismo año, previo a la pandemia; sin embargo la coyuntura actual estima que la industria manufacturera, de la cual el sector metalmecánica representa el 13%, cayó en 6.8% en junio de este año, lo que constituye un deterioro menos severo frente a meses anteriores debido reactivación económica parcial ( Ministerio de la Producción, 2020) provocado por las consecuencias del Covid – 19, a pesar de todo esto la industria mostraría una tendencia favorable una vez se complete la reactivación. Además, otros problemas que ocurren es la poca formalidad, inadecuada estructura organizacional, mal manejo de desperdicios, tecnología obsoleta e ineficiencia en los procesos de producción, el poco aprovechamiento de espacios y recursos adecuada de las empresas del rubro en el Perú, donde se suma la presencia de personal laboralmente

activo en condiciones muy bajas de capacitación formal o preparación técnica (Carrillo, 2018).

En el contexto internacional, la industria metalmeccánica resulta clave en el desarrollo de un país, debido a que complementa otras industrias manufactureras como la minería, construcción, agrícola, etc. Por lo tanto, en los países que tienen un sector metalmeccánica más amplio, dinámico y que destinan más dinero son los que reflejan mayor desarrollo industrial. Este sector brinda desde productos metálicos básicos que transformacionales, como planchas, tubos, alambres, tornillos, etc., materia prima para la fabricación de otros productos como vehículos, artefactos electrodomésticos, etc. hasta maquinaria, herramientas mineras, etc. Según Posada (2019), entre los países más desarrollados en la rama metalmeccánica se encuentran Estados Unidos, Japón, China, Alemania y España. Con respecto a las relaciones internacionales, debido a la coyuntura las exportaciones peruanas han caído significativamente mostrando una caída acumulada desde enero a julio del 30.4% en relación al anterior periodo en sus subsectores.

El presente estudio se basa en una empresa del subsector aparatos mecánicos, sus partes y piezas, dedicada a la fabricación de carrocerías portantes y auto portantes como furgones, barandas, volquetes, cisternas, cámaras, semirremolques, entre otros., la cual es una de las empresas más importantes y con mayor prestigio en el norte del país, por su gran calidad y estética. Sin embargo, la empresa siempre ha presentado notables deficiencias en el área de producción, sumado a la crisis sanitaria, se ha generado muchos problemas en la entrega del producto terminado al cliente, así como también mayor desorden, suciedad, desaprovechamiento de espacios, paradas innecesarias, entre muchos otros problemas acumulados, que si no se toma acción continuarán reduciendo la rentabilidad de la empresa. La planta con sede en la ciudad de Trujillo cuenta con 10 procesos productivos (corte, dobléz, arenado, anticorrosivo, armado, resoldado, forrado,

pintado, sistema, acabado) y con 45 trabajadores (sin considerar contratistas), entre todos los productos que ofrecen, la empresa construye un promedio de 150 carrocerías, los cuales generan un promedio de S/ 2250000,00 lo cual lo ubica en el régimen MYPE Tributario. Con respecto a los procesos productivos, cabe resaltar la poca capacitación de los operarios, así como su falta de compromiso para mantener su área de trabajo limpio y ordenado, siendo un problema recurrente a pesar de la rotación del personal, de igual forma no se cumple con las horas hombre establecidas en la zona de armado, resoldado y montaje, debido a demoras innecesarias o paradas espontáneas . Otro problema recurrente es la falta de mantenimiento y deterioro de maquinaria en varias estaciones debido a la falta de un programa de mantenimiento previamente establecido, esto ocurre principalmente en el área de corte y doblado, donde precisamente se genera el cuello de botella. El área de residuos se encuentra parcialmente señalizada, sin embargo estas categorizaciones no se respetan y se genera una acumulación de residuos sólidos que puede generar un foco contaminante.

## **1.2. Antecedentes**

Como estudio previo y relacionado a esta investigación sobre la efectividad de la aplicación de herramientas de manufactura esbelta, se encontró como antecedente internacional, la Tesis de Licenciatura de Yerovi Huaca, Mishell Alejandra titulada “Propuesta de mejora del procesos de producción de puertas enrollables de la empresa metalmecánica Hialuvid”, aplicando herramientas de la metodología Lean Manufacturing”, para optar por título de Ingeniero Industrial de la Universidad Técnica del Norte, del año 2017 en la ciudad de Ibarra, Ecuador; la cual presenta como problemática un gran retraso en la entrega de los productos terminados, generando insatisfacción en el cliente, por lo tanto se plantea como objetivo principal disminuir los tiempos de proceso productivo. Esta problemática se propone solucionar aplicando

diversas herramientas de manufactura esbelta como El SMED, Poka-Yoke, 5S, Kanban. A raíz de esta hipótesis se obtiene resultados favorables como la mejora del tiempo del proceso productivo mejora en 6.10 %, el tiempo de valor agregado en 2.13%, el aumento de la producción de dos puertas más aumentando solo un minuto más el takt time, entre otras diversas mejoras en el área de producción.

Como antecedente nacional, se consideró para este estudio la Tesis de Baluis Flores, Carlos André con su estudio titulado “Optimización de los procesos de la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing”, en el cual optó por el título de Ingeniero Industrial en el año 2013, en la Pontificia Universidad Católica del Perú en Lima, Perú. En tesis se propone la utilización de herramientas de manufactura esbelta como Kanban, SMED, VSM (diagnóstico) para mejorar el área desbalance de carga de trabajos para la línea de producción de termas eléctricas, sobre inventarios en los procesos y problemas con los tiempos en la configuración de máquinas. Por ello se propuso un control de inventarios mediante la herramienta Kanban y una disminución de tiempos por cambio de formato implementando la herramienta SMED. Como resultado de la aplicación de éstas técnicas, se obtuvo una mejora en los costos operativos de la empresa justificadas con un VAN positivo y una TIR mayor al 20%, comprobando que el proyecto resulta rentable.

Hernández Fernández, Mayby Milagros, en el estudio titulado “Aplicación del Lean Manufacturing para reducir los costos en el área de producción de la empresa Dual Corporación de Servicios Generales”, tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Nacional de Trujillo, Perú (2018) menciona que se logró reducir los tiempos de elaboración y los desperdicios de tela inservible hasta un 11% y 43.02% respectivamente, además se logró aprovechar un 26% la capacidad instalada del área de producción aplicando las herramientas de manufactura esbelta 5S, mapa de valor y

control visual. Concluyendo que se puede llegar a ahorrar hasta 10 % de los costos de producción, alrededor de 13 087 soles, mediante esta propuesta de mejora del área de producción.

### **1.3. Bases Teóricas**

#### **1.3.1. Metodología Lean Manufacturing**

Se entiende por Lean Manufacturing o “producción ajustada”, a la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar (Rajadell, 2010). Se puede considerar a la manufactura esbelta como al conjunto de técnicas que se crearon en Japón tomando como inspiración a los principios de William Edwards Deming e innovaciones de Toyota que tienen como objetivo alcanzar la rentabilidad, competitividad y satisfacción del clientes; siendo así se establecieron tres pilares del Lean Manufacturing: reducción de costos buscando la mejora continua (Kaizen) de las empresas a partir de nuevos métodos y realizando mejoras que crean pequeñas mejoras, el control de calidad total y la fabricación productos en un periodo determinado y entregándolas en el momento exacto en las cantidades que se pactó con el cliente o también conocido como el just in time ( JIT). Para cumplir con estos pilares de esta filosofía, se debe optar por un sistema pull (sistema jalar la producción), el cual reduce los tiempos de elaboración, los operarios solo elaboran los productos cuando son requeridos para el siguiente proceso y la menor complejidad que presenta frente al sistema push , además es esencial eliminar los elementos que no generan ningún valor agregado y los desperdicios o despilfarros en el área de producción.

**Figura 1**  
*Objetivos del Lean Manufacturing*



Fuente: Elaboración Propia

### 1.3.2. Los 7 grandes desperdicios

Existen siete tipos de despilfarros, los cuales son las actividades que se dan en el área de producción para la elaboración de un producto determinado, que requieren más recursos innecesarios o no generan ningún valor agregado, por lo tanto es necesario eliminarlos o reducirlos. Pueden dividirse en 7 grandes desperdicios

**Desperdicio por Sobreproducción:** Se refiere a la fabricación de mayor cantidad de productos de la requerida. Puede ocasionar un exceso de inventarios, resultando en otras consecuencias graves dando paso a la generación de otro tipo de desperdicios. Algunas respuestas a este despilfarro pueden ser la implementación total del sistema pull, aplicación de la herramienta SMED, Nivelar la producción mediante la herramienta Heijunka, estandarización de las operaciones en los procesos de producción.

**Desperdicio por "Tiempo de Espera"** : Tiempo perdido o desperdiciado en una parte del proceso de producción ineficiente, lo cual puede generar paradas de los operarios Algunas respuestas a este despilfarro pueden ser la implementación de celular

en U, la herramienta Poka-Yoke, cambio o sustitución rápida de las herramientas mediante el SMED, entre otras.

Desperdicio por “Transporte Innecesario”: Se refiere al movimiento de materia prima innecesaria, que ocurren normalmente por un mal dimensionamiento de planta y estaciones mal ubicadas con respecto a otras. Este desperdicio se puede identificar por la circulación de recipientes o carretillas vacías entre las estaciones, contenedores muy grandes, mala distribución de la línea de producción. Se propone solucionar este despilfarro contratando operarios multifuncionales o capacitando en otras operaciones, células de elaboración flexibles.

Desperdicio por “Sobrepceso”: Este despilfarro es la consecuencia aumentar el valor añadido del producto, sometiéndolo a procesos innecesarios o irrelevantes. Como el exceso de información, cálculos fallidos, uso de material excesivo inútiles en la fabricación. Algunas respuestas a este despilfarro pueden ser estandarizando procesos, emplear la automatización humana, regiones detalladas de todas las operaciones de los procesos de producción.

Desperdicio por “Exceso de Inventario”: Normalmente este despilfarro refleja problemas más graves que ocurren en la empresa, considerándose la madre de todos los males. El stock excesivo repercute en todos los procesos y sus elementos, siendo característico el excesivo equipo para manipular los stocks, espacios mal aprovechados por almacén muy amplio, altos costos por desplazamientos. Algunas causas de este tipo de desperdicio son malos proveedores, malas decisiones gerenciales, poca capacidad de los procesos de producción, pronósticos de demanda erróneos, entre otras.

Desperdicio por “Movimiento Innecesario”: Originado por movimientos inútiles e innecesarios por parte de los operarios mientras realizan sus actividades, como buscar

herramientas y material faltante. Se puede solucionar mediante la aplicación de la técnica de manufactura esbelta 5S's.

Desperdicio por "Defectos": Son despilfarros que ocurren a partir de errores muchas veces impredecibles, siendo muchas veces "aceptados" por las empresas. Siendo sus causas principales la utilización de maquinaria inadecuada, operarios mal capacitados, herramientas inadecuadas, malos proveedores, entre otros. Se puede solucionar mediante la implementación de herramientas de manufactura esbelta como Jidoka, señales de alarma andon, Poka-Yoke para evitar errores y el TPM para evitar las fallas en la maquinaria.

### **1.3.3. Herramientas del Lean Manufacturing**

El TPM asume el reto de cero fallos, cero incidencias y cero defectos para mejorar la eficacia de un proceso productivo, permitiendo reducir costes y stocks intermedios y finales, con lo que la productividad mejora, en este caso su acción principal es el de cuidar y explorar los sistemas y procesos básicos productivos, manteniéndolos en su "estado de referencia" y aplicando sobre ellos la mejora continua. Podemos definir como "estado de referencia" aquel en que el equipo de producción puede proporcionar su mayor rendimiento en función de su concepción y de la situación actual cara a la evolución del producto a elaborar o transformar, para asegurar el mantenimiento del estado de referencia se trata de vigilar, con un buen Mantenimiento Preventivo Total (Sacristán, 2002).

La técnica del TPM se dirige directamente a la obtención de una mayor productividad en planta con la disminución de las causas que la limitan. Para conseguir este objetivo es fundamental la participación de todo el personal de la empresa con diferentes misiones, empezando por la divulgación del proyecto y siguiendo las siguientes etapas en el TPM, tales como el mantenimiento correctivo donde ocurre la

corrección de fallas en casos muy puntuales, el mantenimiento autónomo en la cual el operador realiza tareas simples de mantenimiento de su máquina, el mantenimiento preventivo en la que se ejecuta un plan con el fin de prevenir posibles fallas por desgaste, el mantenimiento predictivo que mediante un análisis de los causales de fallas, programa la sustitución de partes críticas y el mantenimiento proactivo que está orientado a actualizar y mejorar las máquinas y equipos, de acuerdo a los diferentes tipos de mantenimiento para implementar correctamente el TPM se deben seguir los siguientes pasos:

**Tabla 1**  
*Pasos del TPM*

<b>ETAPAS</b>	<b>PASOS</b>	<b>CONTENIDO</b>
Preparación	1) Decisión de la dirección de aplicar el TPM en la organización	Comité de dirección
	2) Campaña de información técnica o educativa	Seminarios y presentaciones
	3) Estructura de promoción de TPM	Grupos de Trabajo y comisiones de líderes
	4) Establecer políticas y objetivos del TPM	Diagnóstico y análisis de condiciones actuales
Implementación preliminar	5) Plan maestro y desarrollo del mismo	Plan de implementación
	6) Lanzamiento del TPM	Programación de evento de difusión del lanzamiento de
	7) Controlar y hacer seguimiento de los efectos de la aplicación	Medición de indicadores, análisis de paros
Implementación del TPM	8) Desarrollo del programa de mantenimiento autónomo	Desarrollo de los pasos del Mantenimiento Autónomo
	9) Plan y programación del mantenimiento	Desarrollo del sistema dedicado al mantenimiento
	10) Mejorar las habilidades de operaciones y mantenimiento	Entrenamiento en técnicas de detección y acción correctiva

Estabilización	11) Desarrollo del programa de gerencia	Entrenamiento y capacitación de los jefes del área
	12) Implementación perfecta y aumento de niveles del TPM	Mejora continua, seguimiento de procesos y establecer objetivos mayores.

Fuente: Elaboración Propia

El SMED es una colección de técnicas para reducir significativamente el tiempo que toma un cambio de trabajo; fue desarrollada en sus inicios por Shigeo Shingo, un Ingeniero Industrial japonés, mayormente conocido por la técnica SMED, pero también por ser una eminencia en el mundo de la calidad. Sentó las bases del ZQC (Zero Quality Control) que propugna la eliminación de la no-calidad en el origen y relacionado con ello, inventó la utilización de los Poka-Yokes, que son mecanismos que hacen imposible la generación de errores en los procesos productivos (Alarcón, A., 2014). Para utilizar correctamente esta herramienta se deben seguir los siguientes 6 pasos: Identificar las operaciones en que se divide el cambio de modelo, Diferenciar las operaciones internas de las externas, Transformar las operaciones internas en externa, Reducir las operaciones interna, Reducir las operaciones externas, Estandarizar procesos.

**Figura 2**  
*Beneficios del SMED*

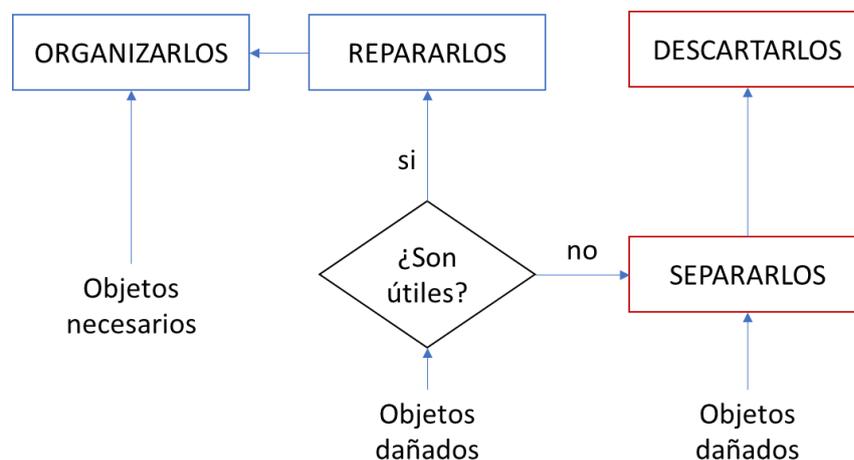


Fuente: Instituto de Productividad Empresarial Aplicada

El implementar la metodología 5'S nos permitirá mejorar y poder mantener las condiciones organizacionales, logrando así obtener orden y limpieza en el lugar de trabajo. Esta herramienta lean debe ser la primera en implementarse, para lograr el éxito de las otras herramientas que se implementen después, puesto que permitirá crear las condiciones de trabajo seguras, limpias y ordenadas, lo cual contribuirá con la motivación y productividad del personal. Las "S" se detallan a continuación.

Seiri ( Clasificación ), esta herramienta permite en su primera etapa conservar lo que realmente vamos a necesitar, es decir separar lo necesario de lo que no va ser necesario o útil. Para esta fase es necesario implementar tarjetas que ayudarán a clasificar los objetos, las cuales son las siguientes: Tarjeta Verde: Objetos útiles que se ordenarán en la siguiente etapa de las 5'S y Tarjeta Roja: Objetos innecesarios que serán descartados Dicha clasificación de los objetos será como se ve a continuación:

**Figura 3**  
*Flujograma Seiri*



Fuente: Elaboración Propia

Es necesario eliminar todo aquel objeto que impida el correcto paso de los operarios, asimismo la elaboración de un check-list, con el fin de marcar todo aquello que es innecesario y que se debe tomar alguna medida correctiva.

Conclusiones de primera fase (beneficios) se aprovechar mejor el espacio, hay reducción de la desorganización, eliminación elementos que afectan y afectan averías a los equipos, se disminuyen movimientos innecesarios por la desorganización de las áreas, se elimina el exceso de tiempo en los inventarios.

Seiton ( Orden ), en esta segunda fase se basa en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad y evitar tiempos perdidos por la desorganización. Así se permite la ubicación de materiales, herramientas y documentos de forma rápida, lo cual genera una mejora de la imagen del área ante el cliente, mejora el control de stocks de repuestos y materiales. Las herramientas de trabajo que no están etiquetadas y/o enumeradas, que se encuentran dispersas o mal ubicadas a lo largo del área de trabajo, generan muchas veces confusión y desorientación cuando el operario tiene que buscar la herramienta que necesita.

La segunda “S” o SEITON consiste en elaborar un sistema de organización u ordenamiento de elementos necesarios en el ambiente laboral del trabajador.

De este modo SEITON nos otorga variedad de beneficios como por ejemplo la visibilidad de los elementos de las instalaciones industriales y la facilitación para encontrar herramientas que a menudo son necesarias para el trabajador. El utilizar SEITON permite tener un lugar adecuado, limpio y ordenando para los trabajadores, así, evitando errores y/o accidentes al dar mucho más seguridad gracias a la previa categorización y ordenamiento de los elementos, esto a su vez aumenta la efectividad del empleado. Empleando SEITON, la empresa puede tener sistemas más simples de mantenimiento y control para que así, las plantas industriales tengan una mejor presencia y estética que comunica responsabilidad y compromiso con el trabajo.

Seiso (Limpieza ), en esta tercera fase se implementa la limpieza e incluye, además de la actividad de limpiar las áreas de trabajo y los equipos, el diseño de aplicaciones que

permitan evitar o al menos disminuir la suciedad y hacer más seguros cada uno de los ambientes de trabajo.

Para el éxito de esta etapa de la limpieza se debe integrar la limpieza como parte del trabajo diario. No se trata únicamente de eliminar la suciedad. Se debe elevar la acción de limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar sus causas primarias.

Fomentar y capacitar a los trabajadores la limpieza del área personal, siendo ellos mismos los que dediquen una porción de su tiempo destinado a dejar el área limpia, cabe recalcar en este punto que es muy importante que los jefes enseñen haciendo las cosas, ser un ejemplo para su trabajador. Además se sugiere que se elabore instructivos de limpieza para las áreas producción.

Conclusiones de tercera fase (beneficios): Se incrementará la vida útil de los equipos ya que se evita su deterioro por contaminación y suciedad, las averías se detectan mucho más rápido y fácilmente ya que los equipos se encuentran en estado de óptimo de limpieza, aumento de la efectividad global de la línea de producción OEE, mejora de la satisfacción del cliente y mejora la calidad de los productos terminados

Seiketsu (Estandarización), en esta cuarta fase de implementación de la metodología es muy importante mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3's. Esta tarea de estandarizar sólo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores aplicados en la empresa. Un punto muy importante y crítico es que dicha estandarización debe venir soportada y apoyada por los operarios, ya que ellos formarán parte del establecimiento de las normas, por lo que estas deben respetar las medidas de seguridad.

Conclusiones de cuarta fase (beneficios): Se evitan errores de limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios dentro de las áreas, se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable las áreas de trabajo y empresa en general en forma permanente, los colaboradores aprenden a conocer con profundidad los equipos y elementos de trabajo.

Shitsuke (Disciplina), esta quinta fase consta en evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos previamente. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan. La implementación de rutinas diarias de capacitación nuevamente es necesario y mantener la motivación por esta nueva cultura. La empresa debe realizar evaluaciones periódicas con grupos independientes. La autonomía de cada trabajador es un factor importante para crear una cultura laboral en la que la función de control debe ser una función soporte.

Conclusiones de cuarta fase (beneficios): Se evitan sanciones o llamadas de atención, mejora la eficacia e imagen de la empresa, el personal es más apreciado por los altos directivos y jefes en general, se crea una nueva cultura organizacional en la organización, el orden y la limpieza, a través de la capacitación y formación continua, asimismo las acciones en base a las normas establecidas.

Hoja de verificación para las 5 fases de 5S: Contar con una hoja de verificación es muy importante para recolectar datos por medio de la observación en las áreas de la empresa y así realizar un seguimiento a las actividades del proceso de implementación de la metodología propuesta. Esta herramienta debe de estar impresa a modo de formato, para así recopilar de forma estructurada datos asociados a cada una de las etapas de 5S. A continuación, se muestra dicho formato.

**Figura 4**  
Modelo de hoja de verificación

HOJA DE VERIFICACIÓN 5S						
ÁREA:				FECHA:		
REALIZADA POR: _____						
ÍTEM	CRITERIO A VERIFICAR		SI	NO	N/A	OBSERVACIÓN
1	CLASIFICACIÓN	¿El área de trabajo no presenta elementos rotos, de más, deteriorados u obsoletos?				
2		En caso de observarse objetos obsoletos ¿Están debidamente identificados con su debida tarjeta de identificación?				
2		¿Existe un plan de acción para los objetos innecesarios, dañados y demás?				
3	ORDEN	¿Están claramente visibles las salidas de emergencia, rutas de evacuación y extinguidores?				
4		¿Hay espacios libres y utilizados adecuadamente? Por ejemplo: No hay productos terminados en medio de pasillos, equipos y herramientas atravesados obstruyendo el paso.				
5		¿Las áreas laborales no tienen exceso de materia prima, productos en proceso y terminados?				
6		¿Cada elemento en el área de trabajo tiene un lugar asignado?				
7		¿Los elementos utilizados con más frecuencia se ubican cerca del área de uso?				
9	LIMPIEZA	¿La imagen del área de trabajo a simple vista es agradable? Es decir, no está llena de polvo, grasa, insumos químicos, rincones de basura, etc.				
10		¿El personal usa equipo de seguridad (¿botas, guantes, gorros, entre otros?				
11		¿El área de los servicios higiénicos está limpio y sin malos olores?				
12		¿Las áreas comunes y del comedor están en condiciones saludables?				
13		¿Las paredes, equipos y pisos están limpios?				
14	ESTANDARIZA	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las 3s primeras?				
15		¿Se cuenta con un cronograma de análisis de utilidad, obsolescencia y estado de objetos?				
16		¿Se han desarrollado procedimientos operativos estándar?				

17		¿Existen herramientas de estandarización para mantener el orden y limpieza?				
18	DISCIPLINA	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología implantada?				
19		¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por la implementación?				
20		¿El personal tiene hábito de mantener el área de trabajo limpia?				

Fuente: Elaboración Propia

### 1.3.4. Indicadores económicos

Según Mete (2014), El Valor Actual Neto (VAN) de un proyecto es el valor actual/presente de los flujos de efectivo netos de una propuesta, entendiéndose por flujos de efectivo netos la diferencia entre los ingresos periódicos y los egresos periódicos. Para renovar esos flujos se utiliza una tasa de descuento denominada tasa de oportunidad, la cual se refiere a una medida de la rentabilidad mínima exigida por el proyecto que nos permitirá recuperar la inversión. La fórmula utilizada para este cálculo es  $VAN = -A + \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{(1+k)^i}$ . Si los valores del VAN son mayores a 0, el proyecto será viable y ; si los valores del VAN son menores a 0, el proyecto no será viable; si el VAN es igual a 0, la inversión no tendrá pérdidas ni ganancias.

Esta es una herramienta que nos permitirá saber cuánto valdrá la inversión una vez realizado el proyecto, cuando es positivo nos indica que dadas las circunstancias de la demanda, inflación, riesgo que tiene el proyecto y todo el entorno económico se obtiene rentabilidad es decir que el proyecto es atractivo en el caso contrario si se tiene un VAN negativo no se debe considerar válida dicha inversión por lo cual debemos de considerar la inversión que tenga un valor actual neto positivo ( Simisterra, 2018), por ellos esta herramienta cuantitativa es importante para respaldar una decisión y disminuir los riesgos de fracaso del proyecto, dando mayor seguridad para tomar acción y realizar las actividades correspondientes al estudio como invertir en los recursos requeridos.

Asimismo otro indicador que se utiliza para la evaluación económica es La Tasa Interna de Retorno (TIR), la cual se refiere a la tasa de descuento con la cual el valor actualizado de los beneficios es igual al valor actualizado de los costos. Si la TIR es igual o mayor que el costo de oportunidad del capital la inversión paga los costos y es rentable (Marquéz, 2015). La fórmula utilizada para el cálculo es  $TIR=0=-A+\sum_{ni=1}^n Qi(1+TIR)^i$ . Si los valores del TIR son mayores a 0, el proyecto será viable y ; si los valores del TIR son menores a 0, el proyecto no será viable; si el TIR es igual a 0, la inversión no tendrá pérdidas ni ganancias.

Según (Simisterra, 2018), nos indica la rentabilidad promedio que nos genera el capital que permanece invertido en el proyecto; entonces podemos decir que un proyecto de inversión resulta factible financieramente cuando en todo momento provee saldos positivos es decir si existe suficiente dinero para financiar los gastos de la inversión que implica si se va a poner en marcha o no la operación.

Si un proyecto ofrece flujos de efectivo positivos seguidos de flujos negativo, el VAN aumenta a medida que el tipo de descuento aumenta. Debería aceptar tales proyectos si su TIR es menor que el costo de oportunidad del capital. Tasas internas de rentabilidad múltiples. Si se produce más de un cambio de signo en los flujos de efectivo, el proyecto puede tener varias TIR, o no tener ninguna. Proyectos mutuamente excluyentes. En este caso la TIR puede resultar engañosa, que difieren en la vida económica o escalas de inversión solicitadas. La Estructura temporal de los tipos de interés. Se complica cuando el costo de oportunidad no se mantiene constante, es decir que cambia con el tiempo, osea de un año a otro. (Alarcón, 2014).

Otro indicador económico importante es el índice Beneficio/Costo (B/C), el cual nos ayuda a medir la relación del costo de producción de un producto o servicio y su

beneficio una vez vendido. Este indicador puede obtenerse mediante la siguiente fórmula

$B/C = \text{valor actual de los beneficios} / \text{valor actual de los costos}.$

Según Aguilera (2017), el análisis del costo-beneficio es un proceso que, de manera general, se refiere a la evaluación de un determinado proyecto, de un esquema para tomar decisiones de cualquier tipo. Ello involucra, de manera explícita o implícita, determinar el total de costos y beneficios de todas las alternativas para seleccionar la mejor o más rentable. Este análisis se deriva de la conjunción de diversas técnicas de gerencia y de finanzas con los campos de las ciencias sociales, que presentan tanto los costos como los beneficios en unidades de medición estándar usualmente monetarias para que se puedan comparar directamente.

La técnica del costo-beneficio se relaciona de manera directa con la teoría de la decisión. Pretende determinar la conveniencia de un proyecto a partir de los costos y beneficios que se derivan de él. Dicha relación de elementos, expresados en términos monetarios, conlleva la posterior valoración y evaluación. (Aguilera, 2017)

La rentabilidad también puede medirse utilizando la ratio de RSI (Retorno Sobre la Inversión) o por sus siglas en inglés ROI, que logra al dividir la ganancia neta entre el total de activos de la compañía, con el fin de evaluar la eficacia general de la gestión y generar beneficios sobre los activos totales disponibles. Es un indicador de la rentabilidad del negocio como un proyecto independiente de los accionistas. Puede obtenerse mediante la siguiente fórmula:  $\text{Utilidades netas} / \text{Activos Totales} .$

Cuando hablamos de "inversión", nos estamos refiriendo al valor de los activos totales de una empresa. Existen diversas métricas de rendimiento que permiten evaluar la efectividad de la gestión. Debido a que la inversión se cuantifica en un momento puntual en el tiempo, es frecuente calcular el RSI utilizando el promedio de la inversión

entre dos períodos (por ejemplo, desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre del mismo año).

### **1.3.5. Procesos productivos**

Se refieren a todo el conjunto o serie de operaciones, actividades y trabajos que se realizan para producir un determinado producto, que normalmente lleva mano de obra. Puede ser : Producción a pedido, se refieren a la producción de productos más elaborados y único que requieren mayor manejo por parte de la mano obra humana ya que suelen ser productos personalizados; Producción en masa, es un sistema previo a la producción continua que también tiene una rotación de productos elevada, pero a menor cantidad; Producción continua o lineal, se refiere al procesamiento de grandes volúmenes de ventas, que normalmente aplican las empresas más desarrolladas, no hay diferencias entre los productos y la planta suele funciona las 24 horas; Producción intermitente, no produce a grandes cantidades, normalmente son un conjunto de bienes o productos que se puede apreciar en empresas pequeñas.

Pueden ser muy básicos como agricultura a pequeñas escalas hasta sistema de producción continua de fabricación automatizado como Coca-Cola. Para optar por el proceso más adecuado de producción, es necesario tener en cuenta el tiempo que demorará en procesar tu producto, el coste de fabricación o elaboración y la calidad que se desea. Esto por supuesto tiene que ir acorde al presupuesto o proyecto de inversión que se tenga planeado.

## **1.4. Definición de términos**

**Diagrama Ishikawa.** Herramienta de diagnóstico que permite identificar causas-raíz de los problemas que suceden en un determinado proceso.

**Diagrama de Pareto.** Técnica o gráfico que permite seleccionar la información según su relevancia, con la finalidad de identificar los problemas más importantes, para enfocarse solo en ellos.

**Despilfarro.** Todas las actividades en las que se requieren recursos, espacios y tiempo, que no generan ninguna mejora o satisface al cliente.

**Capacitación.** Herramienta ligada a la gestión de recursos humanos y complemento de la manufactura esbelta, en la que el personal de trabajo busca mejorar o enriquecerse de nuevas habilidad, conocimientos o metodologías para que tenga un mejor desempeño en el área que labora.

**Productividad.** Relación entre los recursos utilizados y la producción

**Retrasos.** Interrupciones durante los procesos que pueden traducirse en pérdidas económicas.

**Rentabilidad.** Noción que se utiliza para describir cualquier actividad económica en la que se utilizan recursos y esfuerzos con el objetivo de generar ganancias.

## **1.5. Formulación de problema**

¿Cuál sería el impacto de la propuesta de aplicación de herramientas lean manufacturing sobre la rentabilidad en una empresa metalmeccánica, Trujillo, 2021?

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo principal**

Determinar cuál sería el impacto de la propuesta de aplicación de herramientas lean manufacturing sobre la rentabilidad en una empresa metalmeccánica, Trujillo 2021

### **1.6.2. Objetivos específicos**

Como objetivos específicos se planteó diagnosticar la realidad actual del área de producción de la empresa metalmeccánica, desarrollar la propuesta de aplicación de

herramientas lean manufacturing y evaluar económica y financieramente la aplicación de la metodología lean manufacturing.

## **1.7.Hipótesis**

### **1.7.1.Hipótesis general**

Como hipótesis se planteó que la propuesta de aplicación de herramientas lean manufacturing mejora la rentabilidad en una empresa metalmeccánica, Trujillo 2021

## **1.8.Justificación**

### **1.8.1. Justificación práctica.**

El presente estudio busca mejorar la rentabilidad al solucionar varios problemas comunes que pueden ocurrir en el área de producción de una empresa manufacturera, entre ellos la acumulación de desperdicios, falta de estandarización de procesos, operarios no capacitados, poca higiene en las áreas de trabajo, etc. lo cual afecta directa e indirectamente situación económica de la empresa Por lo que el proyecto nos permitirá desarrollar la teoría de la manufactura esbelta, aplicando las distintas herramientas de esta metodología se demostrará su eficiencia, al reducir; costos operacionales, malas condiciones de trabajo, desperdicios, operarios, tiempos excesivos. Lo cual nos ayudará a mejorar los indicadores económicos y aumentar la rentabilidad, siendo el principal objetivo de este estudio.

### **1.8.2. Justificación académica**

A pesar de la situación actual, la tendencia de crecimiento de este rubro se mantiene positiva, por lo que muchas empresas tienen que brindarle mucha importancia a la optimización de los procesos productivos y la reducción presupuestal.

### **1.8.3. Justificación teórica**

El presente trabajo servirá como soporte o base para futuros estudios que contengan variables similares o pertenezcan al mismo rubro, además de ser guía para trabajos importantes para el desarrollo académico del estudiante.

### **1.9.Aspectos éticos**

El presente estudio se rige bajo los aspectos éticos de toda investigación académica científica, teniendo como compromiso que el presente estudio se encuentra: Exento de fraude científico o de la invención parcial o total de datos que no se hayan efectuado en el presente análisis. Libre de falsificación y/o manipulación de información alterada con el objetivo de obtener resultados sesgados o favorables con la hipótesis de estudio. Exento de plagio o apropiación de ideas, sin citar ni reconocer la fuente de investigación, puesto que en todo momento se ha respetado la propiedad intelectual y se ha realizado el respectivo reconocimiento de los trabajos utilizados. Libre de conflictos de conciencia, puesto que las creencias del investigador con respecto a un tema en particular no influyen en los resultados de la investigación. Exento de autoría ficticia o también denominada regalo de coautoría, considerando que el autor del presente estudio es el único quien ha contribuido intelectualmente al desarrollo del mismo. Finalmente, la presente investigación no atropella ningún interés ni atenta contra el bienestar de la unidad de estudio, debido a que la empresa en mención ha facilitado todos los datos e información para su tratamiento con el objetivo de desarrollar el presente, el cual traerá beneficios para ambas partes interesadas.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1 Tipo de investigación**

Según Tinto (2013), la investigación descriptiva viene a ser un proceso inicial y preparatorio de una investigación, pues en la medida que el fenómeno a estudiar forma un sistema complejo y muy amplio, la misma nos permite acotarlo, ordenarlo, caracterizarlo y clasificarlo, es decir hacer una descripción del fenómeno lo más precisa y exacta que sea posible. Por ello el presente trabajo tendrá un tipo de investigación descriptiva.

### **2.2. Métodos**

#### **2.2.1. Población y muestra**

Se considerará como población a todos los procesos existentes en la empresa metalmecánica y como muestra se tomará a todos los procesos en la línea de producción de la empresa metalmecánica. Se optó por utilizar un muestreo no probabilístico por conveniencia, la cual permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador (Otzen, 2017).

**Tabla 2**

*Matriz de operacionalización de variables*

<b>PROPUESTA DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA RENTABILIDAD EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA, TRUJILLO 2021</b>				
<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
Variable Independiente: Metodología Lean Manufacturing	Conjunto de técnicas que tienen como objetivo alcanzar la rentabilidad, competitividad y satisfacción del cliente; buscando una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio.	Se propone la mejora de la empresa utilizando herramientas de manufactura esbelta como TPM, 5S's, SMED.	Clasificación, Orden, Limpieza, Eficiencia, Capacidad operaria, Mantenimiento preventivo	% de aplicación de las 5S en el área productiva % de errores % de operarios capacitados
Variable Dependiente: Rentabilidad	Noción que se utiliza para describir cualquier actividad económica en la que se utilizan recursos y esfuerzos con el objetivo de generar ganancias.	Se propone aumentar la rentabilidad al obtener beneficios implementando herramientas que mejorarán las áreas afectadas, midiendo mediante indicadores económicos.	Recursos, Inversión, Costos, Producción, Tiempos, Mano de Obra.	B/C = Valor actual de los beneficios / Valor actual de los costos  ROI = Utilidades netas / Activo Total

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Las principales técnicas e instrumentos de recolección que se utilizarán en el estudio son la observación de la planta, y el análisis de documentos. Asimismo se utilizó herramientas de diagnóstico como el diagrama de Pareto y el diagrama de Ishikawa.

**Tabla 3**

*Técnica e instrumentos de recolección*

<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN</b>	<b>FUENTES</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
Observación	Observación libre, lapicero, cuaderno de apunte, celular ( cámara y cronómetro)	Estaciones de trabajo del área de producción, operarios	Detectar cuales son los problemas que presenta la planta	Cronometrar los tiempos de los operarios, fotografiar las fallas, analizar todos los detalles de las fallas de la planta mediante la observación.
Análisis documental	Carpetas de datos, portafolios de producción, laptop, lapicero,	Registros y base de datos en hojas de cálculo	Obtención de datos para diagnosticar la situación en la que se encuentra la metalmeccánica	Analizar y recolectar los datos registrados, documentos y papeles en los portafolios y hojas de cálculo de Excel.
Encuestas	Cuestionario, lapicero, cuaderno de apuntes	10 operarios	Determinar cuáles son las causas raíz más importantes	Entregar las encuestas para que sean llenadas por los operarios.

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 4**

*Técnicas de análisis de datos*

<b>TÉCNICAS</b>	<b>FUENTES</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
Diagrama de operaciones	Área de producción de la empresa	Identificar y organizar las etapas, estaciones y operaciones del área de producción	Determinar los elementos de los procesos, ordenar las actividades, poner los símbolos según corresponda la actividad, conectar cada actividad indicando inicio y final del proceso.
Diagrama de Ishikawa	Análisis de las operaciones de cada estación de trabajo	Determinar los principales problemas y sus causas raíz para diagnosticar la empresa correctamente.	Identificar los problemas del área de interés, crear ramas donde se determinan las principales causas, agregar más ramas a cada causa para determinar la raíz de los problemas.
Matriz de priorización de causas raíz	Análisis del diagrama de Ishikawa y encuestas.	Determinar cuáles son las causas raíz más importantes	Entregar las encuestas para que sean llenadas por los operarios.
Diagrama de Pareto	Análisis de la matriz de priorización de causas raíz	Priorizar las causas raíz según su porcentaje	Dividir las causas raíz según los resultados de las encuestas según su puntaje de priorización y separar el 80% del total para analizarlas y posteriormente solucionarlas.

Fuente: Elaboración Propia

## **2.3. Procedimiento**

### **2.3.1. Diagnóstico de la Realidad Actual de la Empresa**

#### **2.3.1.1. Generalidades de la empresa**

Se realizó un diagnóstico de la realidad actual de la empresa metalmeccánica, para ellos se empezó tomando en cuenta generalidades de la empresa en cual se basará el estudio, se encuentra en la ciudad de Trujillo fundada en el año 1997 dedicada a la fabricación de carrocerías para camiones como furgones, barandas, remolques, entre otras estructuras metálicas. Siempre buscando la excelencia, brinda trabajos de calidad y cumple con las expectativas del cliente con respecto a los acabados.

Como visión tienen ser líder en la fabricación de estructuras industriales, carrocerías portantes y auto – portantes al 2024, en el norte peruana, siendo reconocidos por fabricar productos de calidad y diseños innovadores en función a la necesidad propia de cada cliente.

Como misión son una empresa dedicada a la fabricación de estructuras metálicas, máquinas industriales y carrocerías diversas para vehículos portantes y auto-portantes, que cumple con un exigente sistema de gestión de calidad, seguridad para el bienestar de nuestro personal, clientes y proveedores. Entre los productos que fabrica la empresa se tienen los siguientes: barandas, cámaras, cisternas, compactadora, furgones, semirremolques y volquetes

#### **2.3.1.2. Diagnóstico del área problemática**

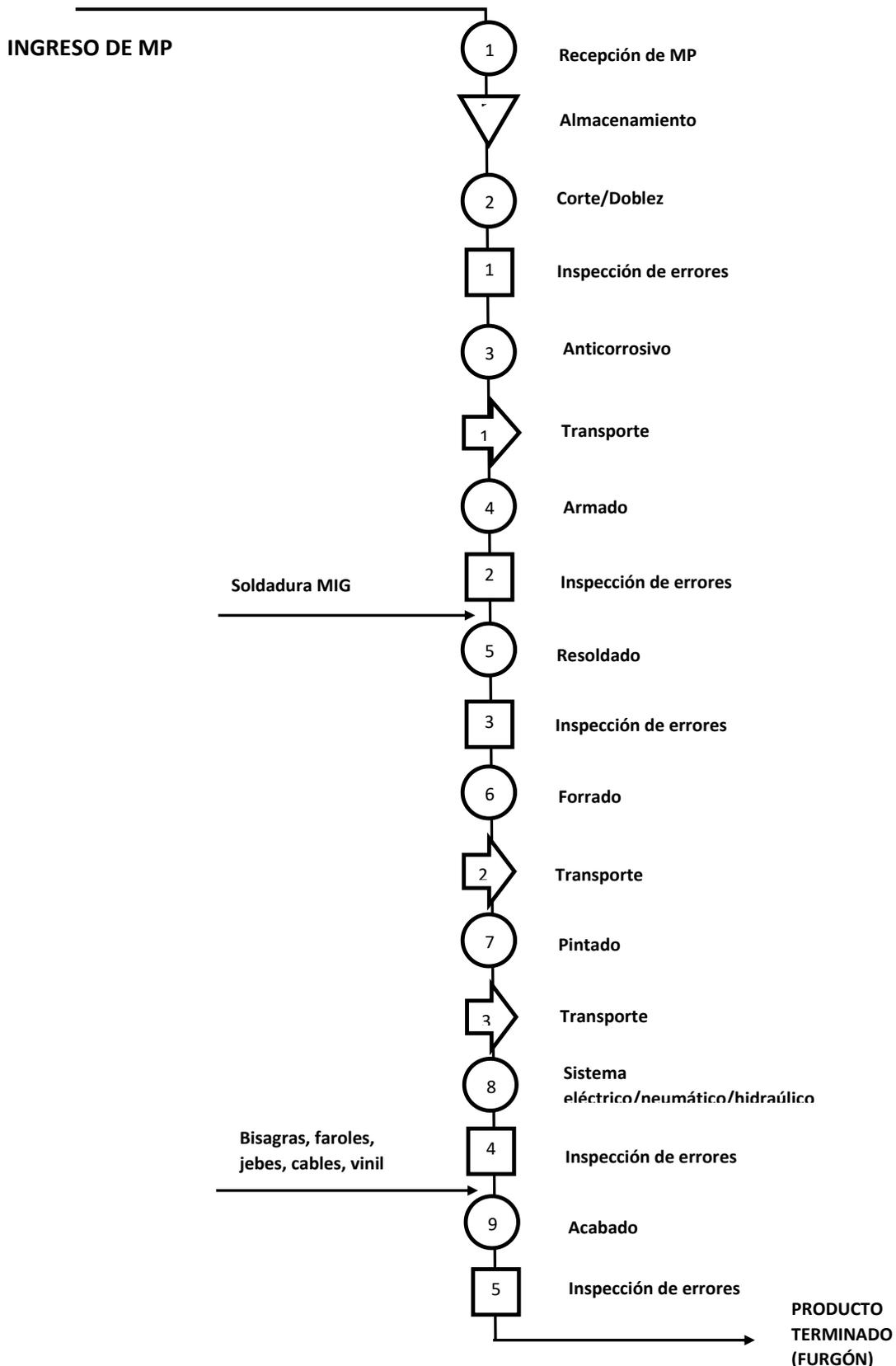
Asimismo, se realizó el diagnóstico del área problemática, analizando el área de producción de la empresa, donde se identificó que las principales áreas que presentan problemas son el área de doblado, armado, pintado y acabado. Siendo el orden y la limpieza, elementos que se deben corregir en toda la planta, ya que en áreas como corte, doblado y habilitado se dificulta el traslado de los operarios generando demoras en los procesos, además de suponer un riesgo y falta de higiene para el personal de trabajo.

Asimismo, no se respetan varios espacios señalizados donde se realizan actividades específicas, generando desorden o un posible accidente, como sucede en el área de armado. No hay buen control de desperdicios, encontrándose en la mayoría del área de producción residuos que pueden resultar nocivos para la salud, además no hay una adecuada clasificación y ubicación de las herramientas y/o materiales para la elaboración de las carrocerías. Con respecto al diagnóstico económico de la empresa, se determinó la rentabilidad de la empresa mediante el uso del indicador de rentabilidad Return Over Investment (ROI) o RSI, en la cual se calculó a través de la fórmula: (Utilidad Neta / Activo Total) x 100. Operando con los datos del balance general y estados de resultados del año 2020 brindados por la empresa metalmecánica (Anexo Nr°03 y Nr°04), determinó que el ROI es de 2.18%

$$\text{ROI} = \frac{\text{UTILIDADES NETA}}{\text{ACTIVO TOTAL}} = \frac{60,887}{2,797,543} \times 100 = \mathbf{2.18\%}$$

**Figura 5**

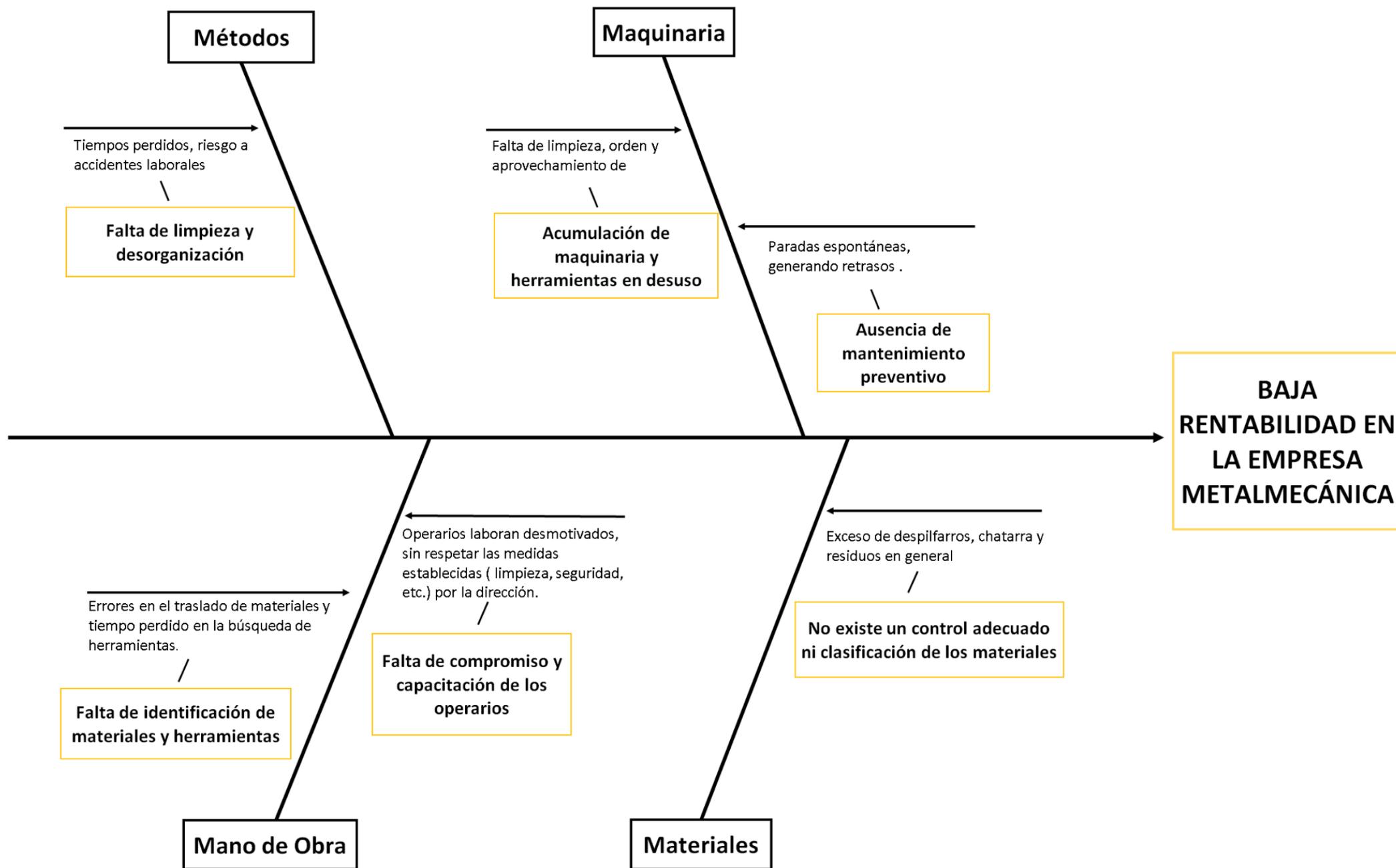
Diagrama de operaciones de procesos



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 6**

*Diagrama de Ishikawa*



Según el diagrama de Ishikawa expuesto, los principales problemas que se detectaron son ocasionados por el desorden, la limpieza, falta de estandarización, falta de capacitación y acumulación de materiales. De todas las causas raíz se seleccionaron las más relevantes según el criterio del dueño de la empresa, asimismo se realizó una encuesta a un grupo de operarios e ingenieros de la planta para priorizar esas causas raíz, para así enfocarnos en los principales causantes de los problemas.

**Tabla 5**

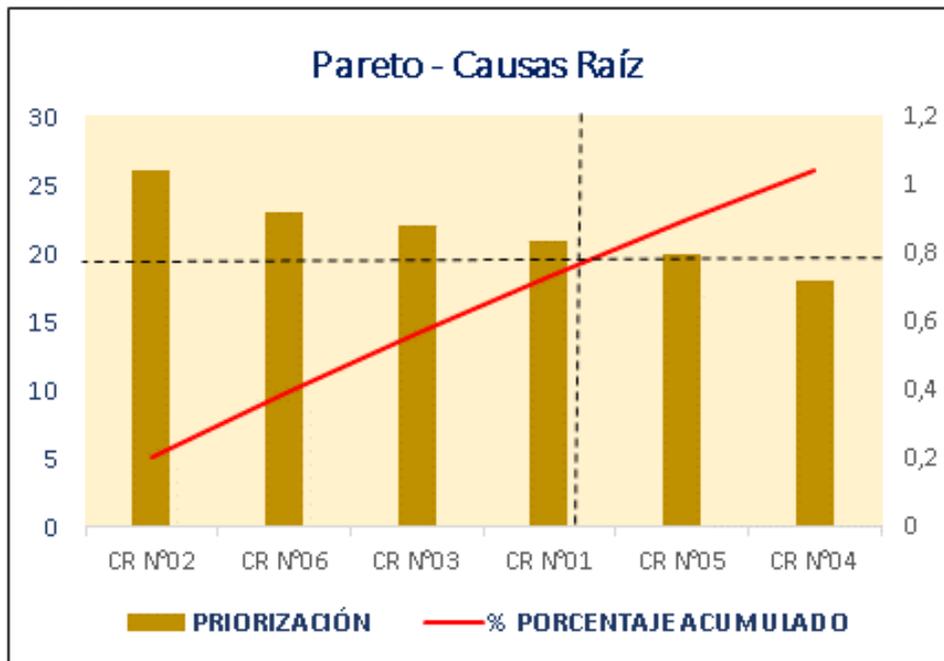
*Matriz de priorización de causas raíz*

CAUS A RAÍZ	DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS RAÍZ	PRIORIZACIÓN	FRECUENCIA ACUMULADA	% FRECUENCIA RELATIVA	80/20
CR N°02	No existe un control adecuado ni clasificación de los materiales	26	28	21%	
CR N°06	Falta de compromiso y capacitación de los operarios	23	51	39%	80%
CR N°03	Falta de identificación de materiales y herramientas	22	73	57%	
CR N°01	Falta de limpieza y desorganización	20	93	73%	
CR N°05	Acumulación de maquinaria y herramientas en desuso	18	111	87%	
CR N°04	Ausencia de mantenimiento preventivo	16	127	100%	20%
<b>TOTAL</b>		<b>125</b>			

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 7**

*Diagrama de Pareto de causas raíz*



Fuente: Elaboración Propia

Analizando el diagrama de Pareto de la priorización de causas raíz, se determinó que las causas más influyentes y que se deben tratar con mayor rapidez son la CR°02 No existe un control adecuado ni clasificación de los materiales, CR°06 : Falta de compromiso de los operarios e incentivos, CR°04 : Falta de identificación de materiales y herramientas, CR°01: Ausencia de estandarización de los procesos productivos y CR°02 : Falta de limpieza y desorganización.

En la siguiente tabla podemos observar la matriz de identificación de identificadores, en la cual apreciamos los indicadores de las causas raíz más importantes del área de producción.

### 2.3.1.3. Identificación de indicadores

**Tabla 6**

*Matriz de identificación de identificadores*

CR	Causa	Indicador	Fórmula	Valor actual	Costo Actual	Valor meta	Costo proyectado	Ahorro/Beneficio	Herramienta de mejora
CR N°02	No existe un control adecuado ni clasificación de los materiales	% de aplicación de las 5S en el área productiva	N° de etapas de 5S aplicadas / Total de etapas X 100	20%	S/ 79309,06	88%	S/ 25378,90	S/ 53930,16	5S
CR N°01	Falta de limpieza y desorganización								
CR N°03	Falta de identificación de materiales y herramientas	% de errores	N° de errores / productos terminados X 100	45%	S/ 9156,31	5%	S/ 1017,37	S/ 8138,94	Poka-Yoke
CR N°06	Falta de compromiso y capacitación de los operarios	% de operarios capacitados	% de operarios capacitados/N° total de trabajadores	23%	S/ 37446,00	94%	S/ 10859,34	S/ 26586,66	Programa de capacitación

Fuente: Elaboración Propia

## **2.3.2. Solución propuesta**

### **2.3.2.1. Descripción de causas raíces**

#### **2.3.2.1.1. Causa raíz N<sup>a</sup> 02: No existe un control adecuado ni clasificación de los materiales.**

Lamentablemente al ingresar al área de producción de la empresa, es notorio el deficiente manejo de la materia prima para la fabricación de las carrocerías. Se observó materiales y desechos en zonas de trabajo, no existe una clasificación de las planchas y perfiles según el tipo de carrocería requerida generando confusiones para los operarios en algunos casos. Las órdenes de producción son marcadas con tiza, las cuales frecuentemente son borradas por la acumulación, mezclándose las órdenes de producción y generando demoras; además de estar ubicadas en sectores de la planta que dificultan el traslado, específicamente entre la estación de corte y la de anticorrosivo.

#### **2.3.2.1.2. Causa raíz N<sup>a</sup> 06: Falta de compromiso y capacitación de los operarios.**

No existen programas de capacitación mensual o anual, debido principalmente a la resistencia al cambio por parte de los operarios y la poca importancia que se le da a este aspecto por parte de la empresa, esto genera retrasos en la entrega de las órdenes. Asimismo, se observa muy poco compromiso de la mayoría del personal para el aprendizaje de las herramientas de mejora o estándares de calidad, que se intentaron implementar sin éxito, en años anteriores; esto puede deberse a que nunca se adicionó un incentivo o elemento gratificante por el cumplimiento de dichas medidas propuestas.

#### **2.3.2.1.3. Causa raíz N<sup>a</sup> 03: Falta de identificación de materiales y herramientas.**

La constante búsqueda de herramientas y mala organización de los materiales genera muchos retrasos y por lo tanto demoras en la entrega del producto final; además

no existe una distinción adecuada de los materiales o herramientas para facilitar el trabajo y reducir tiempos en el área de armado y pintado. Debido a esta problemática, el uso de tubos, planchas y/o otras partes de diferentes tipos de carrocerías se confunden entre sí, generando errores en el proceso de armado y resoldado.

#### **2.3.2.1.4. Causa raíz N<sup>a</sup> 01: Falta de limpieza y desorganización.**

La planta en general presenta graves problemas de higiene y desorden, existe acumulación de desechos en todas las estaciones de trabajos, generando un peligro para los operarios. A pesar de que existe una área para los residuos sólidos, ésta no se respeta y se puede observar herramientas obsoletas, tubos, planchas, baldes, etc. en todas las zonas de trabajo, dificultando el paso y generando un foco contaminante. Las pocas señalizaciones en las zonas de trabajo en las áreas de armado y habilitado no son respetadas por los operarios.

#### **2.3.2.2. Monetización de pérdidas**

##### **2.3.2.2.1 Pérdidas por Cr<sup>o</sup>02: No existe un control adecuado ni clasificación de los materiales.**

La falta del control de los materiales y herramientas como problema recurrente presente en la mayoría de las áreas, generando pérdidas de tiempo, que acumulándose producen pérdidas monetarias significativas de hasta S/ 12.121,41. Solo en algunas estaciones del área de producción se tiene un control parcial de los materiales y herramientas, siendo éstas en la de arenado y sistema.

**Tabla 7**

*Cantidad estaciones correctamente los clasificados*

ST. DE TRABAJO	ST. CON MATERIALES CLASIFICADOS
Corte	No
Doblez	No
Arenado	Sí
Anticorrosivo	No
Armado	No
Resoldado	No
Forrado	No
Pintado	No
Sistema	Sí
Acabado	No
st.con mat. Clasificados	20%

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 8**

*Pérdidas monetarias por la causa raíz Nr°02*

PÉRDIDA POR INADECUADA CLASIFICACIÓN DE MATERIALES					
ESTACIÓN DE TRABAJO	TIEMPO PERDIDO/M IN X JORNADA	TIEMPO PERDIDO/S EMANA	TIEMPO PERDIDO/A ÑO	COSTO DE OBRA/HORA PROMEDIO	PÉRDIDA POR AÑO
Corte	44,00 min	264,00 min	228,80 hr	S/ 4,71	S/ 1.078,00
Doblez	120,00 min	720,00 min	624,00 hr	S/ 4,71	S/ 2.940,00
Arenado	0,00 min	0,00 min	0,00 hr	S/ 4,71	S/ -
Anticorrosivo	70,00 min	420,00 min	364,00 hr	S/ 4,71	S/ 1.715,00
Armado	90,00 min	540,00 min	468,00 hr	S/ 5,34	S/ 2.497,50
Resoldado	25,00 min	150,00 min	130,00 hr	S/ 5,41	S/ 703,91
Forrado	30,00 min	180,00 min	156,00 hr	S/ 5,17	S/ 806,50
Pintado	45,00 min	270,00 min	234,00 hr	S/ 5,21	S/ 1.219,50
Sistema	0,00 min	0,00 min	0,00 hr	S/ 4,84	S/ -
Acabado	45,00 min	270,00 min	234,00 hr	S/ 4,96	S/ 1.161,00
<b>TOTAL</b>					<b>S/ 12.121,41</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.2.2.2. Pérdidas por Cr°06: Falta de compromiso y capacitación de los operarios.

Según las encuestas de autoevaluación (Anexo Nr°05) que se realizaron a los 35 operarios de la empresa, en las cuales solo el 23% de los operarios se encuentra capacitado con respecto a temas fundamentales como limpieza, orden, horas productivas, habilidades blandas, etc., ya que no se ha implantado programas de capacitación; además el personal no se ve comprometido a respetar ninguna de las medidas ya impuestos por la empresa en el área de producción, como señalizaciones en algunas zonas de trabajo y la limpieza de las mismas, generando horas improductivas cuando se ven en la necesidad de ordenar o limpiar su área por acumulación excesiva de residuos que no les permite continuar con sus actividades.

**Tabla 9**  
*Pérdidas monetarias por la causa raíz Nr°06*

AÑO	MES	HORAS IMPRODUCTIVAS POR CR N°06	COSTO DE MANO DE OBRA
2020	Febrero	17,0 hr	S/ 3.060,49
	Marzo	-	-
	Abril	-	-
	Mayo	19,0 hr	S/ 3.420,55
	Junio	23,0 hr	S/ 4.140,66
	Julio	19,0 hr	S/ 3.420,55
	Agosto	19,0 hr	S/ 3.420,55
	Septiembre	21,0 hr	S/ 3.780,61
	Octubre	22,0 hr	S/ 3.960,63
	Noviembre	22,0 hr	S/ 3.960,63
	Diciembre	22,0 hr	S/ 3.960,63
	2021	Enero	24,0 hr

PROMEDIO MENSUAL	20,8 hr	S/3.744,60
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>208,0 hr</b>	<b>S/37.446,00</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.2.2.3. Pérdidas por Cr°03: Falta de identificación de materiales y herramientas.

Hay un exceso de errores por motivos de la diferenciación de los materiales de fabricación de furgones (puentes, muertos, anclajes, parachoques, etc.) para diferentes órdenes de producción. Al realizar varios pedidos de forma de paralela puede generar errores, debido a que los materiales de dichas órdenes ubicadas en la zona de habilitado no están correctamente separados entre sí, puede generar confusiones y por lo tanto tiempos perdidos al realizar el cambio por la pieza que corresponde a la OP. Se tomó en cuenta los 12 operarios del área de habilitado y armado.

**Tabla 10**

*Pérdidas monetarias por la causa raíz Nr°03*

<b>COSTO POR TIEMPO PERDIDO POR CAMBIO DE PIEZA CORRECTA DE OP</b>						
Piezas promedio de furgón	% de piezas incorrectas por OP	Regresos por error de pieza prom.	Tiempo de cambio por pieza promedio	Tiempo por cambio de pieza total (hr)	Costo de mano de obra (hr)	Pérdida anual
45	45%	20	10 m	3,38 hr	S/ 60,288	<b>S/ 9.156,31</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.2.2.4. Pérdidas por Cr°01: Falta de limpieza y desorganización.

Un problema recurrente en toda la planta es que no existe personal calificado ni un programa de limpieza en el área de producción, presentando un riesgo para los operarios, como también produciendo pérdidas significativas en la empresa. Esto último se produce principalmente por las horas perdidas en la búsqueda y extendida desorganización de las

herramientas y materiales. Asimismo, el área destinada a residuos se encuentra en mi mal estado sin ser recogida por varios meses generando un foco contaminante ambiental a tener en cuenta. Las pérdidas ascienden a S/67.187,66.

**Tabla 11**  
*Herramientas perdidas mensuales*

<b>HERRAMIENTAS PERDIDAS</b>					
<b>HERRAMIENDA</b>	<b>CANTIDAD PROME.</b>	<b>COSTO DE HERRAMIENTAS</b>	<b>PÉRDIDA POR AÑO</b>		
Discos	8	S/. 2,20	S/.	211,20	
Desarmador	3	S/. 3,00	S/.	108,00	
Brocas	15	S/. 1,50	S/.	270,00	
Martillo	2	S/. 15,00	S/.	360,00	
Tizas	16	S/. 0,30	S/.	57,60	
Lijas	16	S/. 1,50	S/.	288,00	
<b>PÉRDIDA ANUAL</b>				<b>S/1.294,80</b>	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 12**  
*Promedio de búsquedas al día*

<b>OPERARIO</b>	<b>BÚSQUEDAS/DÍA</b>	<b>TIEMPO (MIN)</b>
HABILITADO 1	8,00	5,00 min
HABILITADO 2	8,00	4,00 min
HABILITADO 3	6,00	3,00 min
HABILITADO 4	5,00	5,00 min
HABILITADO 5	6,00	4,00 min
HABILITADO 6	5,00	3,00 min
ARMADOR 1	10,00	4,00 min
ARMADOR 2	9,00	5,00 min
ARMADOR 3	8,00	4,00 min
ARMADOR 4	7,00	3,00 min
ARMADOR 5	9,00	6,00 min
ARMADOR 6	10,00	3,00 min
SOLDADOR 1	8,00	3,00 min
SOLDADOR 2	6,00	3,00 min
SOLDADOR 3	8,00	5,00 min
SOLDADOR 4	6,00	3,00 min
SOLDADOR 5	9,00	6,00 min
SOLDADOR 6	9,00	3,00 min
SOLDADOR 7	8,00	4,00 min

SOLDADOR 8	3,00	3,00 min
FORRADO 1	7,00	4,00 min
FORRADO 2	8,00	4,00 min
FORRADO 3	3,00	4,00 min
PINTADO 1	8,00	5,00 min
PINTADO 2	3,00	4,00 min
PINTADO 3	7,00	3,00 min
PINTADO 4	5,00	5,00 min
PINTADO 5	9,00	4,00 min
PINTADO 6	7,00	3,00 min
PINTADO 7	9,00	3,00 min
SISTEMA 1	6,00	4,00 min
SISTEMA 2	3,00	5,00 min
SISTEMA 3	9,00	4,00 min
ACABADO 1	5,00	4,00 min
ACABADO 2	9,00	5,00 min
<b>PROMEDIO</b>	<b>7</b>	<b>4,00 min</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 13**

*Pérdidas monetarias por la causa raíz Nr°01*

<b>PÉRDIDA MONETARIA ANUAL</b>		
Tiempo perdido promedio	730,97 min	12,18 hrs
Horas perdidas anuales	146,19 hr/año	
Tasa de producción	0,0180 furgones/hr	
Precio unitario de venta	S/25.000,00	
<b>PÉRDIDA ANUAL</b>	<b>S/65.892,86</b>	
<b>PÉRDIDA ANUAL TOTAL</b>	<b>S/67.187,66</b>	

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.2.3. Solución propuesta

#### 2.3.2.3.1. Propuesta de mejora para la Cr°02 y Cr°01 : Herramienta 5 ´S

Utilizar la metodología 5 ´S nos ayudaría a corregir los problemas principales que ocurren en la empresa metalmeccánica, el inadecuado control de los materiales, el orden y la limpieza que llegan a generar una pérdida entre la Cr°02 y Cr°01 de S/79,309.06. Muchos autores consideran que es la primera herramienta que se debe implementar para

lograr la manufactura esbelta. Tener el área de producción limpia, organizada y ordenada es fundamental, ya que se reflejará en la productividad y ahorro de tiempo de los operarios. Se debe tener en cuenta los siguientes puntos: capacitación de facilitadores, entrenamiento de todo el personal involucrado, elaboración plan de trabajo en base a las 5 'S, anuncio oficial de inicio del proyecto 5 'S a todos los trabajadores, entendimiento por parte de la gerencia.

Seiri, esta primera "S" no permitirá diferenciar y separar aquellos materiales o herramientas que son necesarias e innecesario. Por lo que en esta fase se opta por utilizar tarjetas roja y verde, las cuales permitirán ordenar lo útil (verde) y descartar lo inútil (roja).

**Figura 8**

*Tarjeta roja 5's*

TARJETA ROJA	
Artículo:	Fecha :
Cantidad:	Área :
<b>Categoría :</b>	
Herramienta o accesorio	<input type="checkbox"/>
Maquinaria	<input type="checkbox"/>
Papelería	<input type="checkbox"/>
Recipiente	<input type="checkbox"/>
Otros: _____	<input type="checkbox"/>
<b>Razón de descarte :</b>	<b>Forma de descarte:</b>
Defectuoso	Mover a residuos
Obsoleto	Mover a almacén
Contaminante	Venta por remate
Peligroso	Transferencia
Innecesario	Reparación
Otros: _____	Descarte total
	Otros: _____
<b>Consideraciones :</b>	<b>Fecha de ejecución:</b>
Inflamable	<input type="checkbox"/>
Tóxico	<input type="checkbox"/>
Contaminante	<input type="checkbox"/>
Frágil	<input type="checkbox"/>
Ambiente ventilado	<input type="checkbox"/>
Temperatura especial: _____	<input type="checkbox"/>
	<b>Firma de autorizado:</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 9**

*Tarjeta verde 5's*

TARJETA VERDE	
Artículo:	Fecha :
Cantidad:	Área :
<b>Categoría :</b>	
Herramienta o accesorio	<input type="checkbox"/>
Maquinaria	<input type="checkbox"/>
Papelería	<input type="checkbox"/>
Recipiente	<input type="checkbox"/>
Otros: _____	<input type="checkbox"/>
<b>Descripción</b>	
<b>Consideraciones :</b>	<b>Fecha de ejecución:</b>
Inflamable	<input type="checkbox"/>
Tóxico	
Contaminante	<b>Firma de autorizado:</b>
Frágil	
Ambiente ventilado	
Temperatura especial	

Fuente: Elaboración Propia

Seiton, en esta etapa se debe de implementar varios estantes, mínimo dos en cada estación de trabajo, donde cada una de las herramientas y materiales relacionados sean organizadas en base al uso frecuente y relevancia en los procesos de la empresa. Se debe proceder a colocar etiquetas enumeradas en todas las herramientas y repuestos, reduciendo los tiempos dedicados a la búsqueda de estas mismas. De acuerdo a estas propuestas se busca que cada objeto tenga un lugar es decir "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar." Es muy importante sobre todo organizar los objetos necesarios en

base a su frecuencia de uso; las pautas que se deben de tomar en cuenta en esta fase son las siguientes.

**Tabla 14**

*Etiquetas de frecuencia de uso*

<b>FRECUENCIA DE USO</b>	<b>COLOCAR</b>
Muchas veces al día	Colocar tan cerca como sea posible
Varias veces al día	Colocar cerca del usuario
Varias veces por semana	Colocar cerca del área de trabajo
Algunas veces al mes	Colocar en áreas comunes
Algunas veces al año	Colocar en almacén o en archivos
No se usa, pero podría usarse	Guardar etiquetado en archivo muerto o área para tales fines

Fuente: Manual 5S's

Una vez aplicado estas pautas, se reducirán notoriamente los tiempos muertos por la búsqueda de herramientas y materiales, se ganará más espacio en la planta, mayor información de cada herramienta y mejor control visual; cumpliendo con las órdenes de trabajo en el tiempo establecido, mejorando la productividad.

Seiso, Aplicar esta "S" resulta fundamental, mantener es espacio de trabajo limpio es importante tanto como para productividad de la empresa como para la salud del operario. Debido a que existen gran cantidad a de residuos acumulados en todas las áreas, se sugiere que primera se realice una limpieza general a la planta, en especial en el área destinada a los residuos ya que se siguen acumulando y pueden llegar a convertirse en un foco contaminante ambiental. Una vez hecho esto se propone un instructivo para cada

operario mensual según los requerimientos de su estación de trabajo, así como también se pegar en cada en cada área las instrucciones generales.

Además de proponer contratar personal de limpieza calificado al menos una vez por semana y capacitarlos junto a los operarios e ingenieros, para instruirlos sobre los beneficios de la aplicación de las 5's.

**Figura 10**

*Instrucciones de limpieza integral*

ÁREA DE DOBLEZ: LIMPIEZA INTEGRAL		
PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA		Nº : 1
INSUMOS/INSTRUMENTOS	DILUCIONES	LIMPIEZA DIARIA:
Escoba	Lo necesario en agua	1. Barrer continuamente el área de trabajo delimitada 2. Retirar residuos generados por la producción al contenedor más cercano. 3. Limpiar mesas de trabajo y exteriores de máquinas con franelas húmedas y un poco de multiusos. 4. Regresar instrumentos de limpieza al lugar correspondiente.
Recogedor		
Basurero/estación		
Bolsas		
Detergente multiusos		
Franelas		
FRECUENCIA		
Diaria/Semanal		
EPP		
Guantes / Botas / Casco		
PERSONAL RESPONSABLE		
Colaboradores del área/ operarios del área		

Fuente: Elaboración Propia

Implementando esta "S" mejoraría la calidad de las carrocerías, las herramientas y maquinaria que se mantiene limpia incrementará su vida útil, los operarios tendrán menos riesgo a sufrir algún accidente, no se crearán focos contaminantes que pueden atraer

plagas, la planta se apreciará con mejor estética, motivará al personal de trabajo, se tendrá mayor control visual.

Seiketsu, para pasar esta siguiente “S”, que consisten en la estandarización, se tiene que tener las tres primeras aplicadas correctamente. Se debe tener absolutamente todo el personal de trabajo, desde la dirección hasta los operarios, de acuerdo en trabajar en conjunto para su implementación. Es importante realizar continuas verificaciones de los cumplimientos de la clasificación, orden y limpieza e identificar si existe algún problema o detalle que falte por mejorar. Se sugiere hacer señalizaciones de todas las zonas de trabajo para que cada estación, además de incentivar o penalizar a los operarios que cumplen o no cumplen respectivamente, con los nuevos estándares implementados. Se deben plantear actividades que complementen y fortalezcan el cumplimiento de las primeras “S”, formándose un hábito para todos los miembros de la empresa.

Shitsuke, En esta última etapa se evita que todas las medidas propuestas en las “4S” anteriores se mantengan, implantándose disciplina. Se deben implementó con una hoja de verificación para estar pendiente si realmente el personal está cumpliendo con todas actividades nuevas propuestas, es importante que los operarios pongan de su parte y tengan autodisciplina para no caer en hábitos antiguos como arrojar residuos al piso o no dejar las herramientas en lugar que corresponden, por ello se dejó un establecido un cronograma que fue aplicado durante seis meses; asimismo se dejó como una obligación la capacitación a cada operario nuevo que se contrate y posteriormente hacer el llenado de la hoja de verificación “5’s”.

**Figura 11**

*Hoja de verificación 5S*

<b>HOJA DE VERIFICACIÓN "5'S"</b>			
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>			
<b>ÁREA</b>	<b>FECHA</b>		
<b>PREGUNTA DE VERIFICACIÓN</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>CONSIDERACIÓN</b>
<b>SEIRI (CLASIFICACIÓN)</b>			
1. ¿ Las herramientas de trabajo se encuentran cerca de su zona de trabajo ?			
2. ¿ La zona de trabajo se encuentra llena de materiales o herramientas que no corresponden a su área ?			
3. ¿ Encuentra materiales o herramientas en el piso de su área ?			
4. ¿ Encuentra objetos sin tarjeta roja o verde en su área ?			
5. ¿ Hay herramientas o materiales obsoletos, rotos, deteriorados o innecesarios en su zona de trabajo ?			
<b>SEITON (ORDEN)</b>			
1. ¿ Las herramientas y/o materiales no se encuentran en su lugar (estantes, caja )?			
2. ¿ Tiene alguna dificultad para encontrar las herramientas y/o materiales que necesita para realizar sus actividades laborales ?			
3. ¿ Su zona de trabajo no tienen acceso a los materiales, piezas, materia prima o herramientas de trabajo que requiere ?			
4. ¿ Ha observado a algún otro operario de su área teniendo dificultades al encontrar un material, insumo, pieza o herramienta ?			
5. ¿ Las herramientas o materiales que se usan con más frecuencia se encuentra cerca de su área de uso ?			

<b>SEISO (LIMPIEZA)</b>			
1. ¿ Su zona de trabajo se ve limpia y ordenada a simple vista ?			
2. ¿ No hay polvo en las herramientas que utiliza ?			
3. ¿ Hay manchas de pintura en su área de trabajo ?			
4. ¿ Hay acumulación de residuos en su zona de trabajo ?			
5. ¿ Has observado que otros operarios de tu área de trabajo tiene su zona de trabajo sucio ?			
<b>SEIKETSU (ESTANDARIZACIÓN)</b>			
1. ¿ Hay herramientas de estandarización implantadas que mantienen clasificación, orden y limpieza ?			
2. ¿ Tiene los instrumentos de aseo y orden a su disposición en todo momento en su zona de trabajo ?			
3. ¿ La dirección hace capacitaciones constantes con respecto a la metodología lean ?			
4. ¿ Se han desarrollado procedimientos operativos estándar ?			
5. ¿ Percibe una mejora importante en la planta en general ?			
<b>SHITSUKE (DISCIPLINA)</b>			
1. ¿ Realiza las actividades de aseo, clasificación y orden explicadas en las capacitaciones por sí solo ?			
2. ¿ Ha observado que otro operario de su área no realice las actividades de aseo, clasificación u orden ?			
3. ¿ Considera que usted ha sido correctamente capacitado acerca de la metodología 5S ?			
4. ¿ Considera que todos operarios de su zona de trabajo han sido correctamente capacitado acerca de la metodología 5S ?			
5. ¿ Percibe proactividad en el desarrollo de la metodología implantada ?			
<b>TOTAL INCUMPLIMIENTO</b>			

Fuente: Elaboración Propia

Figura 12

Cronograma de implementación "5'S"

IMPLEMENTACIÓN "5'S"		SEMANA																							
FASES	ACCIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
SEIRI (CLASIFICACIÓN)	Colocar tarjetas rojas y verdes	L-D	L-D																						
	Desechar lo obsoleto o inutil	L-D	L-D																						
SEITON (ORDEN)	Organización permanente	L-D	L-D																						
	Etiquetas de frecuencia de uso	Sábado	Sábado																						
SEISO (LIMPIEZA)	Instructivo de limpieza por área	Lunes																							
	Limpieza constante	L-D	L-D																						
SEIKETSU (ESTANDARIZACIÓN)	Reunión con el personal sobre mejoras	Sábado																							
	Control de orden, limpieza y clasificación	L-D	L-D																						
SHITSUKE (DISCIPLINA)	Hoja de verificación constante	Lunes	Lunes																						
	Inspección de todas áreas	Domingo																							
	Capacitaciones mensuales				Lunes					Lunes			Lunes												

Fuente: Elaboración Propia

:

Se lograría mejorar el porcentaje de aplicación de la herramienta 5's de un 20% a un 88%, según las hojas de verificación semanales. Esto se reflejaría durante el año que se pondrá en práctica la metodología, apareciendo mejoras notorias como la reducción de los minutos perdidos por jornada laboral por la falta de control y clasificación de los materiales, disminuyendo las pérdidas monetarias a S/3.878,85 y la reducción de las búsqueda de herramientas y materiales por falta de limpieza y desorganización a S/21.500,05 además de crear un ambiente de trabajo más saludable y amplio. Se obtendría una pérdida anual por ambas CR de S/25.378,30.

**Tabla 15**

*Porcentaje de mejora por aplicación de las "5's"*

<b>ESTACIÓN DE TRABAJO</b>	<b>APLICACIÓN 5 S ACTUAL</b>	<b>APLICACIÓN 5 S MEJORADA</b>
Corte	20%	80%
Doblez	20%	80%
Arenado	60%	100%
Anticorrosivo	0%	80%
Armado	20%	80%
Resoldado	0%	80%
Forrado	40%	100%
Pintado	0%	80%
Sistema	20%	100%
Acabado	20%	100%
<b>PROMEDIO</b>	<b>20%</b>	<b>88%</b>

Fuente: Elaboración Propia

### **2.3.2.3.2. Propuesta de mejora para la Cr°06 : Plan de capacitación**

La falta de capacitación del personal de trabajo se refleja en las horas improductivas, lo que genera pérdidas significativas a la empresa llegando a ser muy preocupante, por lo que se propuso un plan de capacitación urgente. El plan consiste principalmente en la capacitación del manejo de material, informar acerca de puntos importantes y básicos del desempeño en una empresa y sobre todo ser complemento de la metodología de manufactura esbelta que se está

implementando. Así se pronostica un aumento de los operarios capacitados en un 71% según las autoevaluaciones realizadas después de aplicarse los cambios, reflejándose en la disminución de las pérdidas monetarias a causa de la falta de capacitación a operarios.

**Figura 13**  
*Programa de capacitación*

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN						
DATOS DE LA EMPRESA	ALCANCE	OBJETIVOS	PROGRAMA	TÓPICOS	RECURSOS	DURACIÓN
Rubro económico  Empresa del rubro metalmeccánico dedicada a la fabricación de carrocerías portantes, remolques y semiremolques	Dirigido a : habilitadores (operador de plegadora, cizalla, pintor anticorrosivo), Ensambladores (soldadores, armadores, forradores, carpinteros), Pintores (post-armado, acabados, electricistas)	<b>O. General</b>	Charlas explicativas y motivacionales para incentivar a los trabajadores.	Herramienta "5S's"	<b>Materiales</b>  Laptop, proyector, papeles, lapiceros, sillas, mesa, etc.	LA duración del primer programa de capacitación tendrá una duración de un año, en la cual se incorporará todo el personal que forma parte de la planilla.
		Capacitar a los operarios sobre las medidas básicas y nuevas que realizarán dentro de su zona de trabajo para reducir las horas improductivas..		Herramienta Poka-Yoke		
				Herramienta SMED		
		<b>O. Específicos</b>	Material didático y proyecciones describiendo los tópicos.	Habilidades blandas	<b>Humano</b>	
		Crear nuevos hábitos de trabajo		Seguridad y Salud Ocupacional		
		Lograr que los operarios desarrollen sus capacidades		Disciplina y motivación	Operarios, supervisores, jefes de área, expositores, dirección, etc.	
		Generar un ambiente laboral más agradable		Talleres con intervalos y "coffee-break".		
		Responsabilidad y puntualidad				

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 14**

*Cronograma de capacitación*

TEMAS DE CAPACITACIÓN	MES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
HERRAMIENTA "5 S"												
HERRAMIENTA POKA-YOKE												
HERRAMIENTA SMED												
ADAPTACIÓN AL CAMBIO Y AMBIENTE LABORAL												
SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL												
DISCIPLINA Y MOTIVACIÓN												
HABILIDADES BLANDAS												
RESPONSABILIDAD Y PUNTUALIDAD												

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 16**

*Porcentaje de mejora por el plan de capacitación*

CORRECTAMENTE CAPACITADOS		
SITUACIÓN DE OPERARIOS	ANTES	MEJORADO
Total de operarios		35
Nr. De operarios capacitados	8	33
Nr. De operarios no capacitados	27	2
% de operarios capacitados	23%	94%
<b>PORCENTAJE DE MEJORA</b>		<b>71%</b>

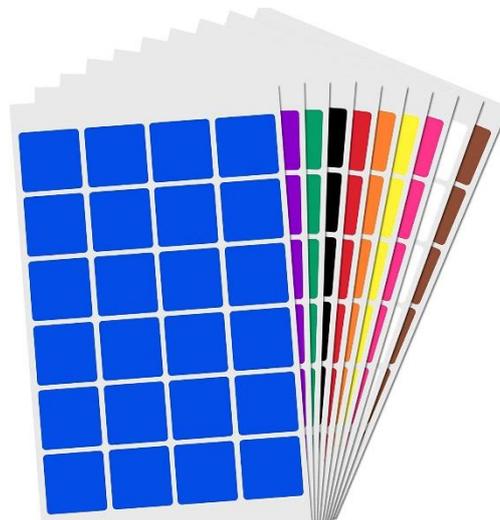
Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.2.3.3. Propuesta de mejora para la Cr°03: Falta de identificación de materiales y herramientas.

Los recurrentes errores se dan por la confusiones en la manipulación de las piezas para la fabricación de los furgones en el área de producción genera pérdidas anuales que ascienden los S/ 9.156,31, siendo el porcentaje de errores un 45%. Para corregir este problema se propuso un mecanismo a prueba de errores o también conocido en la metodología lean como Poka-Yoke, para evitar los continuos errores por confusión; esto permitió a los operarios reducir las pérdidas hasta en un 40%.

Se sugirió la implementación de un Poka-Yoke informativo, invirtiendo en simples stickers o pegatinas de colores. Los cuales consistirían en colocar a cada pieza o material que componen las distintas OP un determinado color y colocando el número de la OP que corresponde; así se pueden evitar este frecuente error de identificación de piezas.

**Figura 15**  
*Stickers de colores*



Fuente: Elaboración Propia

:

Asimismo se sugiere su complemento con un Poka-Yoke físico, el cual consiste en la adquisición de estantes metálicos que estén correctamente identificados en la parte

inferior, tanto para guardar la materia prima como para el material habilitado para las OP para su respectiva recepción. Esta incorporación reducirá aún más los errores por mezcla de materiales habilitados y mantendrá el orden en el área de trabajo

**Figura 16**  
*Estantería metálica*



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 17**  
*Porcentaje de mejora por aplicación de Poka-Yoke*

<b>COSTO POR TIEMPO PERDIDO POR CAMBIO DE PIEZA CORRECTA DE OP</b>						
Piezas promedio de furgón	% de piezas incorrectas por OP	Regresos por error de pieza	Tiempo de cambio por pieza promedio	Tiempo por cambio de pieza total (hr)	Costo de mano de obra (hr)	Pérdida anual
45	5%	2	10 m	0,38 hr	S/ 60,288	S/ 1.017,37

Fuente: Elaboración Propia

Se plantea que el presente estudio no solo tenga resultados favorables a corto plazo, sino que logre una mejora continua a través de los años. Lo que la mejora continua busca, es crear un cambio significativo en la ideología en cada miembro del área de producción, para lograr un aumento en la productividad y por lo tanto en la rentabilidad de la empresa. Para ello es necesario identificar las mejoras por los programas de capacitaciones

propuestas como herramienta de manufactura esbelta anteriormente. Asimismo para realizar una evaluación económica para certera, se realizó un encuesta para el área de la gerencia, en la cual según sus conocimientos y experiencia en proyectos similares o propuestas iguales, se determinó el crecimiento anual promedio de los ahorros por beneficios monetarios, en un escenario optimista, pesimista y más probable como resultado de la propuesta aplicación de las herramientas de manufactura esbelta. En ella se obtuvo como resultado el 8%, 2% y 5% como porcentaje de crecimiento anual optimista, pesimista y más probable respectivamente para los próximos 5 años. Para el presente estudio se tomó en cuenta el escenario más probable (5%) para la evaluación económica.

Un sistema de Mejora Continua en toda la empresa debe nacer de la estandarización de los procesos y tareas, de la eliminación sistemática del desperdicio o muda, del involucramiento y compromiso de todas las personas de la organización pues nadie mejor que ellos para reconocer cuál es su función y posible aporte a la estrategia; y además del despliegue de la gestión visual multinivel de los indicadores y objetivos correctamente alineados (Espinoza, 2019). Para abordar este proyecto se propone utilizar la herramienta del ciclo de Deming o PHVA, según Jordán y Mendo (2018), esta metodología de mejora continua establece el ciclo sistemático en cuatro etapas planear, hacer, revisar y ajustar, para su correcta implementación estos deben de ser periódicos y permanentes a fin de lograr la calidad en las acciones que desarrolle la organización. Para este objetivo, los comités de calidad deben de convertirse en una estrategia efectiva, pues deben permitir que los diferentes departamentos de la organización reflexionen sobre su práctica y así lograr que cada proceso realice acciones de mejora continua. Sus etapas son las siguientes : Planear, etapa en la que se diagnostica encontrando las causas raíz para planear la implantación de las soluciones y tener una dirección clara; Hacer, en esta etapa

se llevan a cabo los planes propuestos y capacitar a los colaboradores responsables para la mejora continua ; Verificar: Esta etapa se compara la efectividad de los procesos y las acciones con respecto a las soluciones propuestas evaluando la eficacia y mejora; Actuar: en esta etapa de realizan las modificaciones para lograr los objetivos propuesto en caso sean necesarias y así repetir el ciclo para lograr una mejora continua.

Se procede a hacer la evaluación económica de aplicación de las herramientas lean manufacturing propuestas. A continuación, se muestra en la tabla la inversión de herramientas para solucionar los problemas generados por las causas raíz.

### 2.3.3. Evaluación económica

#### 2.3.3.1. Inversión de herramientas

**Tabla 18**

*Inversión de herramientas*

INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN										
Causa Raíz	Denominación	Herramienta	Implementación	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Costo por CR			
CR N°02	No existe un control adecuado constante de la materia	5 S	Formatos de control	1000	S/.	0.20	S/.	200.00		
			Tarjetas roja y verde	2000	S/.	0.20	S/.	400.00		
			Formatos de frecuencia de uso	1000	S/.	0.20	S/.	200.00	S/.	4,500.00
			Hoja de verificación "5 S"	1000	S/.	0.20	S/.	200.00		
			Letreros	50	S/.	70.00	S/.	3,500.00		
Estantes / muebles	40	S/.	300.00	S/.	12,000.00					
Contenedores de basura industriales	15	S/.	1,600.00	S/.	24,000.00					
CR N°01	Falta de limpieza y desorganización	5 S	Cilindros para basura	25	S/.	100.00	S/.	2,500.00		
			Recogedor	35	S/.	15.00	S/.	525.00	S/.	41,550.00
			Pintura para marcar zonas	25	S/.	40.00	S/.	1,000.00		
			Juego de trapeadores	20	S/.	50.00	S/.	1,000.00		
			Escoba	35	S/.	15.00	S/.	525.00		
Estanterías metálicas	10	S/.	1,500.00	S/.	15,000.00					
CR N°03	Falta de identificación de materiales y	Poka-Yoke	Cinta	10	S/.	7.00	S/.	70.00		
			Pegatinas de colores	200	S/.	8.00	S/.	1,600.00	S/.	16,920.00
			Tarjetas de indentificación	500	S/.	0.50	S/.	250.00		
			Formato de desempeño semanal	1000	S/.	0.20	S/.	200.00		
			Formato de Asistencia a charlas	1000	S/.	0.20	S/.	200.00		
Laptop	1	S/.	2,500.00	S/.	2,500.00					
CR N°06	Falta de compromiso de los operarios e incentivo	Plan de capacitación	Proyector	1	S/.	1,500.00	S/.	1,500.00		
			Encuestas de autoevaluación	500	S/.	0.20	S/.	100.00	S/.	12,790.00
			Lapiceros	250	S/.	1.00	S/.	250.00		
			Mesas	4	S/.	60.00	S/.	240.00		
			Sillas	40	S/.	20.00	S/.	800.00		
			Supervisor de desempeño	2	S/.	1,500.00	S/.	3,000.00		
			Expositores	4	S/.	1,000.00	S/.	4,000.00		
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>						S/.	<b>75,760.00</b>			

### 2.3.3.2. Estado de resultados

En la tabla a continuación se presenta el estado de resultados de los ahorros por el beneficio de los ingresos en el escenario más probable, luego de considerar los ahorros y gastos generados por la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta seleccionados para mejorar la rentabilidad de la empresa. Cabe mencionar que la empresa brindó una tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) del 20% para la evaluación de los proyectos internos, se realizó una encuesta para el área de la gerencia, en la cual se determinó esta tasa de descuento (Anexo Nr°06).

**Tabla 19**

*Estado de resultados*

Estado de resultados										
Año	0	1	2	3	4	5				
Ingresos (ahorros propuesta)	S/.	88,655.77	S/.	93,088.55	S/.	97,742.98	S/.	102,630.13	S/.	107,761.64
Costos operativos	S/.	7,000.00								
Depreciación activos	S/.	4,093.60								
G.Administrativos	S/.	700.00								
Utilidad antes de impuestos	S/.	76,862.17	S/.	81,294.95	S/.	85,949.38	S/.	90,836.53	S/.	95,968.04
Impuestos (29,5%)	S/.	22,674.34	S/.	23,982.01	S/.	25,355.07	S/.	26,796.78	S/.	28,310.57
Utilidad después de impuestos	S/.	<b>54,187.83</b>	S/.	<b>57,312.94</b>	S/.	<b>60,594.31</b>	S/.	<b>64,039.75</b>	S/.	<b>67,657.47</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.3.2. Flujo de caja proyectado

En las tablas a continuación se presenta el flujo de caja proyectado, el flujo neto de efectivo y los indicadores económicos para los próximos 5 años.

**Tabla 20**

*Flujo de caja*

Flujo de caja						
Año	0	1	2	3	4	5
Utilidad después de impuestos		S/. 54,187.83	S/. 57,312.94	S/. 60,594.31	S/. 64,039.75	S/. 67,657.47
Más depreciación		S/. 4,093.60				
Inversión	S/. -75,760.00					
	<b>S/. -75,760.00</b>	<b>S/. 58,281.43</b>	<b>S/. 61,406.54</b>	<b>S/. 64,687.91</b>	<b>S/. 68,133.35</b>	<b>S/. 71,751.07</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 21**

*Flujo neto de efectivo*

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo Neto de Efectivo	S/. -75,760.00	S/. 58,281.43	S/. 61,406.54	S/. 64,687.91	S/. 68,133.35	S/. 71,751.07

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 22**

*Indicadores económicos*

VAN	S/	114.579,09	
TIR		76,44%	
PRI		2,0	años

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 23**

*Ingresos y egresos*

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos		88.655,7654	S/ <b>93.088,55</b>	97.742,9814	S/ <b>102.630,13</b>	107.761,6370
Egresos		30.594,6055	31.902,2780	S/ <b>33.275,33</b>	34.717,0431	36.230,8376

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 24**

*Índice beneficio costo*

VAN Ingresos	S/	<b>287.889,54</b>
VAN Egresos	S/	<b>97.550,45</b>
<b>B/C</b>		<b>3,0</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 25**

*Índices de rentabilidad*

	VAN	TIR	B/C
S/	<b>114.579,09</b>	<b>76,44%</b>	<b>3,0</b>

Fuente: Elaboración Propia

La rentabilidad inicial de la empresa se determinó mediante el indicador económico Retorno Sobre la Inversión (ROI), el cual fue de 2,18%. Si se desarrolla la propuesta la aplicación de herramientas lean manufacturing, se obtendría un B/C de 3,0, demostrando la mejora de rentabilidad

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

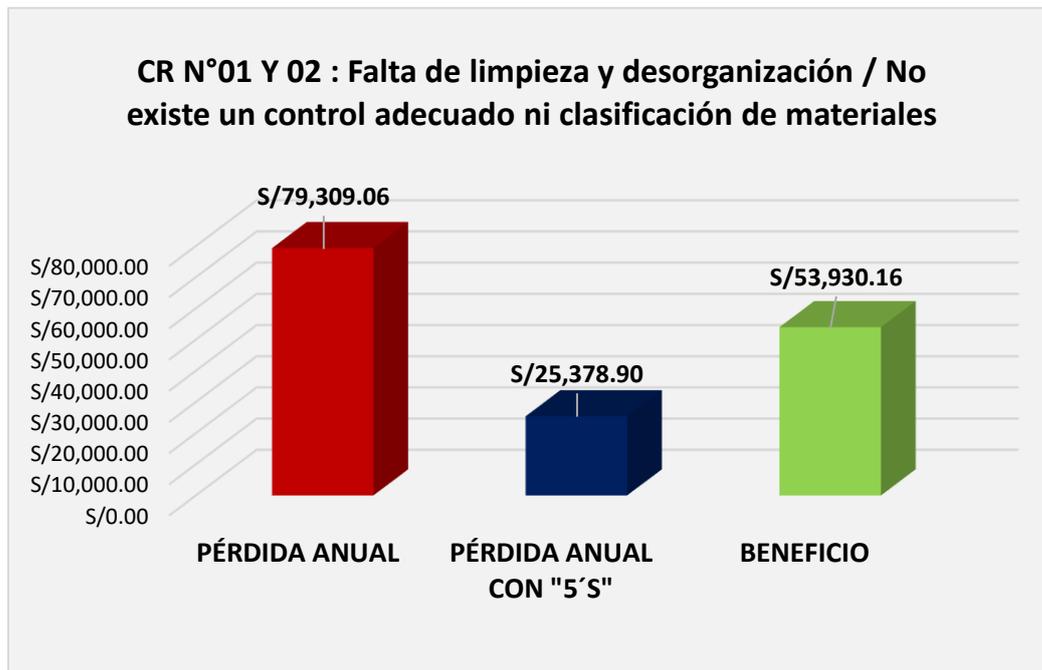
Las herramientas que influyen en la propuesta de mejora de la rentabilidad en la empresa metalmeccánica son las siguientes:

**Determinar cuál sería el impacto de la propuesta de aplicación de herramientas lean manufacturing sobre la rentabilidad en una empresa metalmeccánica, Trujillo 2021.**

: Se llegó a disminuir las pérdidas monetarias en un 68%, consiguiendo un beneficio de S/45.687,61 para la CR N°01 y S/8.242,56 para la CR N°02, sumando un total de S/53,930.16.

**Figura 17**

*Resultados de la "5'S"*

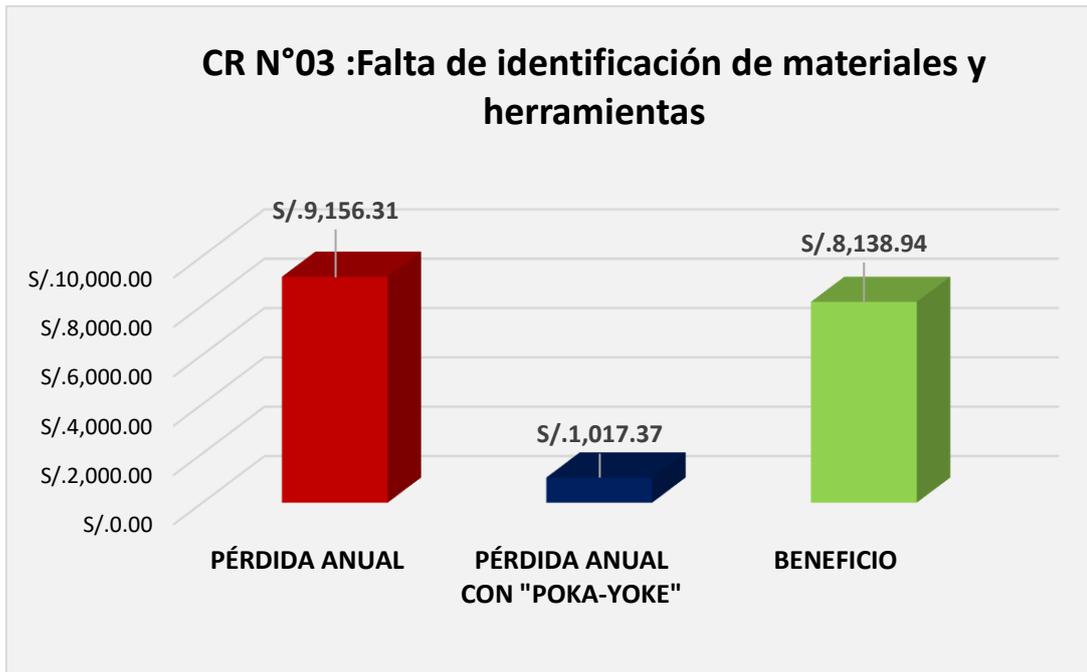


Fuente: Elaboración Propia

Aplicando este mecanismo a prueba de errores, se obtuvo un beneficio S/8.138,94 de una inversión de S/ 16.920,00 para CR N°03. Disminuyendo los errores en la manipulación del material habilitado en un 40%.

**Figura 18**

*Resultados de la herramienta Poka-Yoke*

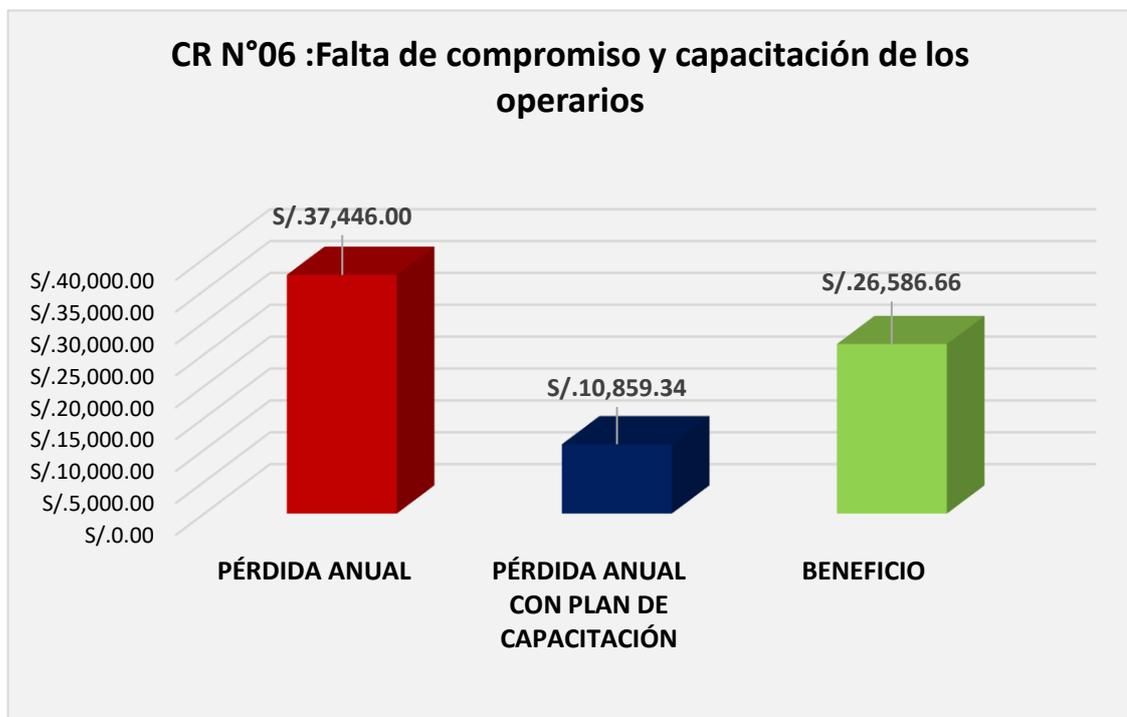


Fuente: Elaboración Propia

La aplicación del programa de capacitación, fue la herramienta que obtuvo mejores resultados llegan a aumentar a los operarios capacitados en un 71%, reduciendo notoriamente las horas improductivas. Se logró un beneficio de S/26.586,66.

**Figura 19**

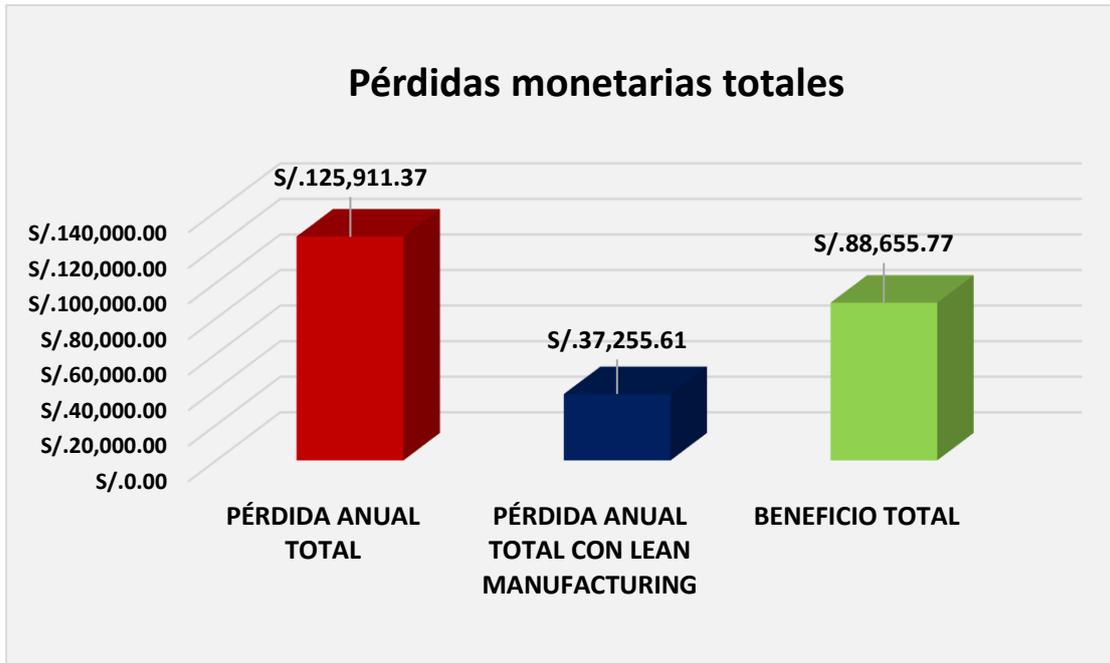
*Resultados del Programa de capacitación*



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 20**

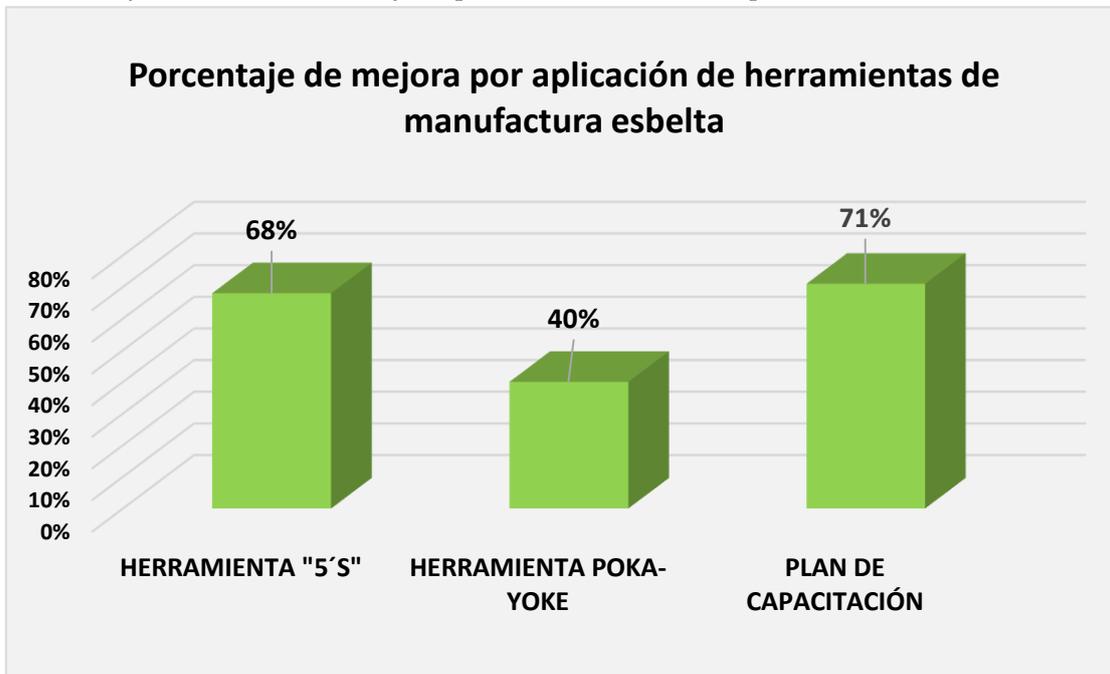
*Pérdidas monetarias totales*



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 21**

*Porcentaje de aumento de mejora por las herramientas aplicadas*



Fuente: Elaboración Propia

**Diagnosticar la realidad actual del área de producción de la empresa metalmecánica:** Al realizar el diagnóstico de la empresa se determinaron las causas raíces de mayor impacto y la pérdida anual que generan, como se aprecia a continuación.

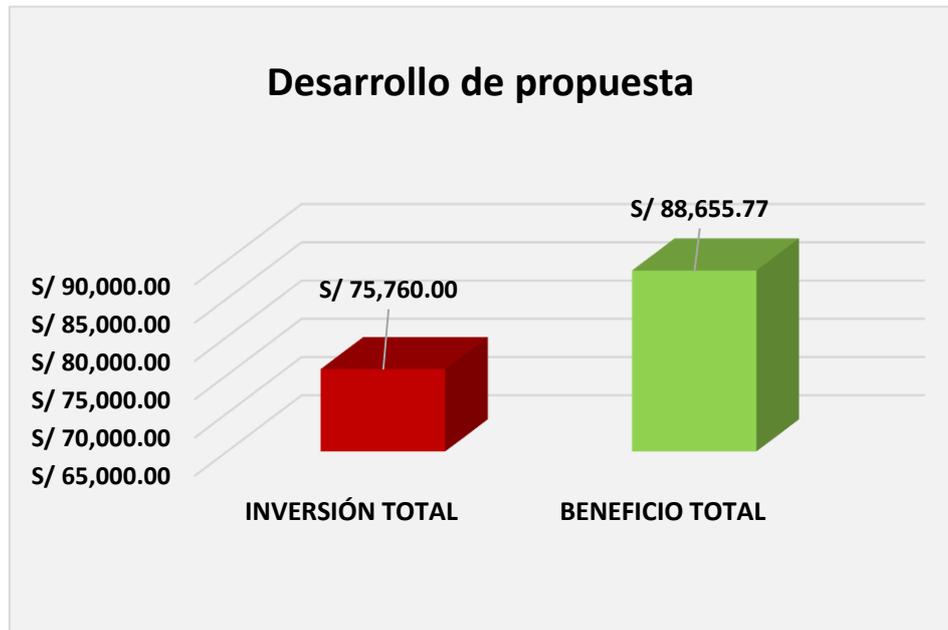
**Tabla 25**

*Resultados del diagnóstico de la empresa*

<b>CAUSA RAÍZ</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS RAÍZ</b>	<b>PÉRDIDA ANUAL</b>
CR N°02	No existe un control adecuado ni clasificación de los materiales	S/12.121,41
CR N°01	Falta de limpieza y desorganización	S/67.187,66
CR N°03	Falta de identificación de materiales y herramientas	S/9.156,31
CR N°06	Falta de compromiso y capacitación de los operarios	S/37.446,00

**Desarrollar la propuesta de mejora mediante la aplicación de la metodología lean manufacturing:** Una vez desarrollada la propuesta de mejora mediante la aplicación de la metodología lean manufacturing, se obtuvieron los siguientes resultados.

**Figura 22**  
*Inversión y beneficio*



Fuente: Elaboración Propia

**Evaluar económica y financieramente la aplicación de la metodología lean manufacturing:** Al realizar la evaluación económica y financiera, se demostró la mejora de rentabilidad después de la propuesta mediante el índice B/C y la viabilidad del proyecto mediante el VAN y TIR. Se obtuvieron los siguientes indicadores en los 3 escenarios expresados en las encuestas (Anexo Nro. 06).

**Tabla 26**

*Resultados de la evaluación económica (más probable)*

<b>INDICADORES ECONÓMICOS ( MÁS PROBABLE )</b>		
VAN	S/	114,579.09
TIR		76,44%
B/C		3,0

**Tabla 27**

*Resultados de la evaluación económica (optimista)*

<b>INDICADORES ECONÓMICOS (OPTIMISTA)</b>		
VAN	S/	124,911.32
TIR		79,20%
B/C		3,0

**Tabla 28**

*Resultados de la evaluación económica (pesimista)*

<b>INDICADORES ECONÓMICOS (PESIMISTA)</b>		
VAN	S/	104,781.99
TIR		73,66%
B/C		2,9

## CAPÍTULO IV. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusiones

En el estudio realizado se determinó cuál sería el impacto de la propuesta de mejora mediante la aplicación de la metodología lean manufacturing sobre la rentabilidad en una empresa metalmeccánica, teniendo un efecto positivo al obtener grandes beneficios monetarios utilizando las herramientas “5’s” (S/53,930.16), herramienta Poka-Yoke (S/8.138,94), y planes de capacitación (S/26.586,66), mejorará la situación de la empresa con su aplicación en cada problema identificado en 68%, 40% y 71% respectivamente. Los datos obtenidos muestran que la aplicación de la herramientas lean, específicamente utilizando las herramientas “5’S”, la cual mantiene las condiciones de trabajo organizadas y limpias, Poka-Yoke, que reduciría los errores, por lo tanto se reducen los costos por tiempo perdido y planes de capacitación, que preparará a los operarios para que realicen las actividades que les correspondan correctamente; todo para mejorar los procesos en el área de producción, disminuyendo las pérdidas anuales significativamente. Por lo tanto se acepta la hipótesis propuesta en que la aplicación de la metodología lean manufacturing mejora la rentabilidad en la empresa metalmeccánica. Los resultados obtenidos son corroborados por Hernández (2018), quien en su estudio concluye que las herramientas de manufactura esbelta como las “5’S” y control visual pueden llegar a reducir significativamente los costos de producción, además de mantener el área de trabajo visualmente agradable, motivando a la constancia y colaboración de los operarios de una planta manufacturera. Por lo tanto, con lo anteriormente expuesto se confirma que la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta pueden mejorar la organización, limpieza, capacidad, reducir tiempos muertos, reducir fallas e incrementar la productividad de los procesos productivos en la planta, generando mayor utilidad y prestigio de la empresa metalmeccánica.

Se tuvo como uno de los objetivos específicos la realización de un diagnóstico de la realidad del área de producción de la empresa, empezando por la identificación de las causas raíz mediante un diagrama de Ishikawa y seleccionando las causas de mayor relevancia por medio del diagrama de Pareto; se procedió a calcular la pérdida económica que generaba el inadecuado control ni clasificación de los materiales ( Cr°02 ), la falta de limpieza y desorganización ( Cr°01 ), falta de identificación de materiales y herramientas ( Cr°03 ) y la falta de compromiso y capacitación de los operarios ( Cr°06 ), resultando en pérdidas de S/12121.41, S/67.187,66, S/9.156,31 y S/37.446,00 respectivamente. Lo quiere decir que la empresa invierte poco o nada en la organización y limpieza de la planta, además de no incentivar o capacitar a los operarios, esto se refleja en tiempos perdidos y mal aspecto del área de producción. Frente a esta situación de la empresa, se considera que la hipótesis planteada soluciona la problemática presentada. Se logra corroborar la utilidad de las herramientas de diagnóstico diagrama de Ishikawa por medio de Hernández (2018), que demuestra la efectividad e importancia de éstas herramientas al conseguir un diagnóstico acertado en el área de producción de una planta de telas, lo cual le permitió concretar sus objetivos propuestos, llegando a ahorrar más del 10% de los costos de producción. De esta forma, analizando lo anteriormente expuesto, se considera que el uso de herramientas de diagnóstico como los diagramas de AMFE, FODA e Ishikawa son esenciales en estudios de propuestas de mejora de esta índole, tales como el presentado en la empresa metalmecánica.

Otro objetivo que se planteó fue el desarrollar la propuesta de mejora mediante la aplicación de la metodología lean manufacturing en la empresa metalmecánica, el cual se logró al determinar la inversión total para la implementación de las herramientas propuestas, que fue de S/75,7600.00, para la obtención de un beneficio de S/88.655,77 anuales. Es decir que se logra un mayor beneficio con respecto a la inversión realizada

que brindará un incremento importante en las utilidades de la empresa que, con pequeñas modificaciones en el área y adquiriendo utilería e instrumentos, el área de producción se mantendrá limpia y ordenada, generando mayor productividad. Frente a esta situación de la empresa, se considera que la hipótesis planteada soluciona la problemática presentada. Para corroborar la efectividad del desarrollo de la metodología lean para la optimización de los procesos productivos, Yerovi (2017), concluye que el desarrollo de esta metodología mejora los tiempos de los procesos productivos, el tiempo de valor agregado, aumenta de la producción, entre otros beneficios. En tal sentido, comparando los resultados obtenidos con los antecedentes favorables por la aplicación de éstas herramientas, se sugiere desarrollar esta metodología en empresas manufactureras, independientemente del rubro, por las grandes mejoras que hacen al área de producción y desempeño de los operarios.

Como último objetivo específico se planteó evaluar económica y financieramente la aplicación de la metodología lean manufacturing, para lograr este objetivo determinó los indicadores económicos en tres escenarios (más probable, optimista y pesimista), donde en un escenario más probable, el VAN fue de S/ 114,579.09, el TIR de 76,44% y el índice de beneficio/costo de 3.0. Esto quiere decir que el TIR se encuentra dentro de lo aceptado y demuestra que la propuesta de mejora es rentable; asimismo se interpreta que por cada S/ 1 invertido, se ganará un S/ 2, según muestra el B/C obtenido. Frente a esta situación de la empresa, se considera que la hipótesis planteada soluciona la problemática presentada. Se corrobora con los resultados de Balius (2013), que en su investigación sobre la eficacia de las herramientas lean en los procesos productivos en una empresa de termas eléctricas, logra determinar la rentabilidad del uso de esta metodología, al obtener un VAN positivo y una TIR mayor al 20% y menor al 80%. De esta manera se concluye que los resultados de la evaluación económica y financiera

conseguidos en el estudio son positivos y será de gran ayuda en el crecimiento y competitividad de la empresa metalmeccánica.

#### **4.2. Conclusiones**

Se logró determinar cual sería impacto de la propuesta de mejora mediante la aplicación de la metodología lean manufacturing sobre la rentabilidad de la empresa al disminuir las pérdidas monetarias anuales de S/ 125.911,37 a S/ 37.255,61, consiguiendo un beneficio de S/ 45.687,61 para la CR Nr°01, S/ 8.242,56 para la CR Nr°02, S/ 8.138,94 para la CR Nr°03 y S/26.586,66 para la CR Nr°06, consiguiendo un impacto positivo y significativo en la rentabilidad de la empresa metalmeccánica.

Se logró realizar el diagnóstico de la realidad del área de producción de la empresa metalmeccánica, identificando 6 causas raíz mediante el diagrama de Ishikawa y determinando las de mayor relevancia mediante la matriz de priorización y el diagrama de Pareto; resultando en las más relevantes la CR Nr°02 No existe un control adecuado ni clasificación de los materiales y la CR Nr°06 Falta de compromiso y capacitación de operarios.

Se desarrolló la propuesta de mejora determinando que las herramientas más adecuadas para solucionar los problemas ocasionados por las causas raíz en el área de producción son la herramienta "5'S", la herramienta Poka-Yoke y los planes de capacitación y que estas propuestas lograrían reducir costos operacionales, tiempos perdidos por búsquedas, control de materiales, reducción de residuos y errores de manejo; mejorando la aplicación de éstas herramientas en las estaciones de trabajo en 68%, 40% y 71% respectivamente.

Se evaluó económica y financieramente la implementación del proyecto, determinando la inversión total de S/ 75,760.00 a través del VAN, TIR y B/C en un

escenario más probable, siendo S/ 114,579.09, 76,44% y 3.0 respectivamente, demostrando la rentabilidad del estudio.

## REFERENCIAS

- Alarcón, A., Zambrano, D (2014). "Implementación de OEE y SMED como herramientas de lean manufacturing en una empresa del sector plástico". Tesis de Magistratura. Universidad de Guayaquil
- Alarcón, A., Ullua, E., Carretero, Y. (2014) Las decisiones de presupuesto de capital: criterios financieros fundamentales. Materiales de estudio. Universidad de Ciego de Ávila
- Anailys, A. (2017) El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin vol.11 no.2 La Habana jul.-dic. 2017*
- Carrillo, M., Alvis, C., Mendoza, Y., Cohen, H. (2018). Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia. *Signos: Investigación en sistemas de gestión 11(1), 71-86.*
- Espinoza, A. (2019). " Propuesta de mejora continua en el proceso de producción de una planta de plásticos mediante la metodología PDCA y manufactura esbelta". Tesis de Magistratura. Pontifica Universidad Católica del Perú.
- Jordán, B., Mendo, J (2018). " Diseño de un sistema de mejora continua mediante la metodología phva para aumentar la productividad en Industrias American Plast Perú S.A.C. ". Tesis de Título Profesional. Pontifica Universidad San Martin de Porres.

- Márquez, C. , Castro, J. (2014). Uso del Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y Relación Beneficio-Costo en la Evaluación Financiera de un Programa de Vacunación de Fiebre Aftosa en el estado Yaracuy, Venezuela. *Rev. Fac. Cs. Vets. UCV. 56(1):58-61. 2015*
- Mete, M. (2014). Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversion. *FIDES ET RATIO VOL 7: (67-85)*
- Otzen, T., Manterola, C (2017) Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol, vol.35, n.1, pp.227-232, 2017*
- Posada, M (2019). "Metalmeccánica es clave para el desarrollo". *La Cámara, Comercio Exterior, 23*
- Rajadell & Sánchez (2010). *Lean Manufacturing:La evidencia de una necesidad*.España:Ediciones Díaz de Santos
- Sacristán, F. R. (2002). Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo. FC Editorial.
- Simisterra, E., Rosa, R., Suárez, S (2018) La viabilidad de un proyecto, el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). *PRO-SCIENCES: REVISTA DE*

*PRODUCCIÓN, CIENCIAS E INVESTIGACIÓN, E-ISSN: 2588-1000, VOL. 2, N 17, DICIEMBRE 2018, PP. 9-15.*

- Tinto, J. (2013) El análisis de contenido como herramienta de utilidad para la realización de una investigación descriptiva. Un ejemplo de aplicación práctica utilizado para conocer las investigaciones realizadas sobre la imagen de marca de España y el efecto país de origen. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*

## ANEXOS

### Anexo Nro. 01: Matriz de consistencia

PROPUESTA DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA RENTABILIDAD EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA – TRUJILLO, 2021					
PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS GENERAL:	VARIABLES INDEPENDIENTE:	METODOLOGIA TIPO DE INVESTIGACIÓN:	POBLACION:
¿Cuál sería el impacto de la propuesta de aplicación de herramientas lean manufacturing sobre la rentabilidad en una empresa metalmeccánica, Trujillo, 2021?	La propuesta de aplicación de herramientas lean manufacturing mejora la rentabilidad en una empresa metalmeccánica, Trujillo 2021	Determinar cuál sería el impacto de la propuesta de aplicación de herramientas lean manufacturing sobre la rentabilidad en una empresa metalmeccánica, Trujillo 2021  <b>ESPECIFICOS:</b> Como objetivos específicos se planteó diagnosticar la realidad actual del área de producción de la empresa metalmeccánica Desarrollar la propuesta de aplicación de herramientas lean manufacturing Evaluar económica y financieramente la aplicación de la metodología lean manufacturing.	Metodología Lean Manufacturing  <b>DEPENDIENTE:</b>  Rentabilidad	Aplicada  <b>DISEÑO:</b>  Descriptivo  <b>TÉCNICA:</b>  Entrevista directa Observación  <b>MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS:</b>  Diagrama FODA, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto	Todos los procesos existentes en la empresa  <b>MUESTRA:</b>  Los procesos del área de producción

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo Nro. 02: Encuesta de priorización de causas raíz

### ENCUESTA DE PRIORIZACIÓN DE CAUSAS RAÍCES

ÁREA DE APLICACIÓN : Producción

FECHA : \_/ \_/ \_

PROBLEMA : Aumento de costos operacionales

NOMBRE :

ÁREA :

Marque con una "X" según su criterio sobre la causa raíz del problema, donde :

VALORACIÓN	PUNTUACIÓN	LEYENDA
Alto	3	La causa tiene una repercusión baja en los costos
Regular	2	La causa tiene una repercusión media en los costos
Bajo	1	La causa tiene una repercusión alta en los costos

EN LAS SIGUIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE AFECTEN DIRECTAMENTE CON SU TRABAJO:  
CAUSA  ALTO  MEDIO  BAJO

CAUSA RAÍZ	DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS RAÍZ	PUNTUACIÓN		
		BAJO	REGULAR	ALTO
CR N°01	Falta de limpieza y desorganización			
CR N°02	No existe un control adecuado ni clasificación de los materiales			
CR N°03	Falta de identificación de materiales y herramientas			
CR N°04	Ausencia de mantenimiento preventivo			
CR N°05	Acumulación de maquinaria y herramientas en desuso			
CR N°06	Falta de compromiso y capacitación de los operarios			

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo Nro. 03: Estado de situación financiera

ESTADO DE SITUACIÓN FINANCIERA (histórico al 31 de diciembre del año 2019-2020)		
ACTIVO	2019	2020
<b>Activo Corriente</b>		
Efectivo y equivalente efectivo	491,019	305,854
Inversiones financieras		
C. por cobrar comerciales	765,230	625,360
C. por cobrar diversas		
Otras cuentas por cobrar	2,500	965
Activos biológicos		
Otros activos		
<b>Total Activo Corriente</b>	<b>1,258,749</b>	<b>932,179</b>
<b>Activos No Corrientes</b>		
Inversiones financieras		
Inversiones al método de participación		
Otras inversiones financieras		
C. por cobrar comerciales		
Otras cuentas por cobrar		
Planta, equipo, inmuebles, maquinaria	1,955,636	1,865,364
Activos intangibles		
<b>Total Activo No Corrientes</b>	<b>1,955,636</b>	<b>1,865,364</b>
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b>3,214,385</b>	<b>2,797,543</b>
<b>PASIVO Y PATRIMONIO</b>		
<b>Pasivo Corrientes</b>		
Obligaciones financieras	126,888	75,644
Sobregiros		
Tributos por pagar		
Cuentas por pagar comerciales	522,121	269,974
Otras cuentas por pagar	630,506	493,562
<b>Total Pasivo Corriente</b>	<b>1,279,515</b>	<b>839,180</b>
<b>Pasivo No Corrientes</b>		
Obligaciones financieras	465,217	398,645
Otras cuentas por pagar	305,633	406,806
<b>Total Pasivo Corrientes</b>	<b>770,850</b>	<b>805,451</b>
<b>TOTAL PASIVO</b>	<b>2,050,365</b>	<b>1,644,631</b>
<b>Patrimonio Neto</b>		
Capital	522,000	522,000
Resultados acumulados	590,366	596,712
Resultados del ejercicio	51,654	34,200
<b>TOTAL PATRIMONIO</b>	<b>1,164,020</b>	<b>1,152,912</b>
<b>TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO</b>	<b>3,214,385</b>	<b>2,797,543</b>

Fuente: Base de datos de la empresa metalmeccánica

### Anexo Nro. 04: Estado de resultados

<b>ESTADO DE RESULTADOS</b>		
<b>(histórico al 31 de diciembre del año 2019-2020)</b>		
<b>DESCRIPCION</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Ingresos operacionales		
Ventas netas	3,460,885	1,536,542
Otros ingresos operacionales		
Costo de ventas	-2,989,673	-1,233,951
Otros costos operacionales		
Total costos operacionales		
<b>UTILIDAD BRUTA</b>	471,212	302,591
Gastos de ventas	-1,863	-1,102
Gastos de administración	-292,028	-115,330
Ganancia por venta de activos		
Otros ingresos	55,951	28,630
Otros gastos		
<b>UTILIDAD OPERATIVA</b>	233,272	214,789
Ingresos financieros	18,957	7,246
Gastos financieros	-124,940	-135,670
<b>UTILIDAD CONTABLE ANTES DE PAGAR IMPUESTOS</b>	127,289	86,365
Impuesto a la renta	37,550	25,478
<b>UTILIDAD NETA</b>	89,739	60,887

Fuente: Base de datos de la empresa metalmeccánica

**Anexo Nro. 05: Autoevaluación de capacitación de operarios**

<b>NOMBRES COMPLETO :</b>	<b>ÁREA :</b>	<b>FECHA :</b>		
<b>Marca con una (X), según su situación actual. Donde Siempre = 3 ; A veces =2; Nunca=1</b>				
<b>PREGUNTA</b>		<b>Siempre</b>	<b>A veces</b>	<b>Nunca</b>
¿ Te consideras completamente calificado para desempeñar en tu área de trabajo ?				
¿ Los pedidos siempre son entregados en el tiempo correspondiente ?				
¿ Te consideras un trabajador responsable ?				
¿ Te consideras un trabajador puntual ?				
¿ Te consideras un trabajador que mantiene su área de trabajo limpio y ordenado ?				
¿ Te consideras un trabajador que mantiene sus herramientas y materiales de trabajo clasificado ?				
¿ Te consideras un trabajador disciplinado ?				
¿ Te consideras un trabajador que cumple con los estándares de calidad ?				
¿ Has sido capacitado en los últimos seis meses ?				
¿ Has sido capacitado el último mes ?				
¿ Has recibido hojas de verificación, supervisión o retroalimentación sobre herramientas lean ?				
¿ Has sido capacitado con respecto a habilidades blandas ?				
¿ Has sido capacitado con respecto a salud y seguridad industrial ?				
¿ Has sido capacitado sobre las herramientas de manufactura esbelta ?				
¿ Respetas normas impuestas por la empresa ?				
¿ Te encuentras satisfecho en tu zona de trabajo ?				
<b>TOTAL</b>				

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo Nro. 06: Encuesta y resultados del crecimiento de ahorros para gerencia

ENCUESTA CRECIMIENTO DE AHORROS ANUAL		
NOMBRE :	FECHA : __/__/__	
ÁREA DE APLICACIÓN : Gerencia		
TEMA : Crecimiento anual de ahorros	ÁREA :	
EN LAS SIGUIENTES PREGUNTAS, RESPONDA SEGÚN SU EXPERIENCIA Y CONOCIMIENTOS EN PROYECTOS PASADOS		
Nº	Preguntas	Respuesta
1	¿ Usted considera que aplicando las herramientas de manufactura esbelta, generará un aumento en la rentabilidad a la empresa ?	
2	¿ Usted considera que aplicando las herramientas de manufactura esbelta, habrá una mejora continua, reflejándose en un aumento de los ahorros anuales en los próximos años ?	
3	Según su experiencia ¿ En qué porcentaje considera que los ahorros de la empresa crecerán anualmente en el escenario más probable ?	
4	Según su experiencia ¿ En qué porcentaje considera que los ahorros de la empresa crecerán anualmente en el escenario optimista ?	
5	Según su experiencia ¿ En qué porcentaje considera que los ahorros de la empresa crecerán anualmente en el escenario más pesimista ?	
6	¿ Cuánto es la tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) ?	

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo Nro. 07: Resultados de la encuesta del crecimiento de ahorros.**

<b>TRABAJADORES</b>	<b>Pregunta N°1</b>	<b>Pregunta N°2</b>	<b>Pregunta N°3</b>	<b>Pregunta N°4</b>	<b>Pregunta N°5</b>	<b>Pregunta N°6</b>
Gerente	Si	Si	5%	10%	1%	20%
Asistente de gerente	Si	Si	6%	8%	3%	20%
Coordinador de calidad	Si	Si	5%	7%	2%	20%
Gestor de calidad	Si	Si	6%	8%	2%	20%
Asistente contable	Si	Si	5%	7%	3%	20%
Administrador	Si	Si	5%	10%	2%	20%
<b>CALIFICACIÓN TOTAL</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>5%</b>	<b>8%</b>	<b>2%</b>	<b>20%</b>

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo Nro. 08: Salarios de operarios

OPERARIO POR ÁREA	SALARIO	
	MES	COSTO/HORA
HABILITADO 1	S/980,00	S/4,71
HABILITADO 2	S/980,00	S/4,71
HABILITADO 3	S/1.032,00	S/4,96
HABILITADO 4	S/1.058,00	S/5,09
HABILITADO 5	S/980,00	S/4,71
HABILITADO 6	S/850,00	S/4,09
ARMADOR 1	S/1.110,00	S/5,34
ARMADOR 2	S/1.110,00	S/5,34
ARMADOR 3	S/1.110,00	S/5,34
ARMADOR 4	S/1.110,00	S/5,34
ARMADOR 5	S/1.110,00	S/5,34
ARMADOR 6	S/1.110,00	S/5,34
SOLDADOR 1	S/1.240,00	S/5,96
SOLDADOR 2	S/1.110,00	S/5,34
SOLDADOR 3	S/1.110,00	S/5,34
SOLDADOR 4	S/1.110,00	S/5,34
SOLDADOR 5	S/1.110,00	S/5,34
SOLDADOR 6	S/1.110,00	S/5,34
SOLDADOR 7	S/1.110,00	S/5,34
SOLDADOR 8	S/1.110,00	S/5,34
FORRADO 1	S/1.058,00	S/5,09
FORRADO 2	S/1.110,00	S/5,34
FORRADO 3	S/1.058,00	S/5,09
PINTADO 1	S/1.370,00	S/6,59
PINTADO 2	S/1.058,00	S/5,09
PINTADO 3	S/1.058,00	S/5,09
PINTADO 4	S/1.032,00	S/4,96
PINTADO 5	S/980,00	S/4,71
PINTADO 6	S/980,00	S/4,71
PINTADO 7	S/1.110,00	S/5,34
SISTEMA 1	S/1.058,00	S/5,09
SISTEMA 2	S/980,00	S/4,71
SISTEMA 3	S/980,00	S/4,71
ACABADO 1	S/1.032,00	S/4,96
ACABADO 2	S/1.032,00	S/4,96

Fuente: Elaboración Propia