



**Trabajo de integración Curricular previa a la
obtención de título de Master en Ingeniería
Automotriz con mención en procesos y calidad de
servicio automotriz.**

AUTORES:

Fabián Jaramillo
Mateo Mena.

TUTOR:

Luis Montenegro.

Evaluación de desperdicios operacionales en un taller de colisiones para reducir tiempos de reparación a través de la metodología Lean Manufacturing y 5S

Quito, julio 2025

CERTIFICACIÓN

Yo, Fabián Fernando Jaramillo Campoverde, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

A handwritten signature in black ink. The signature is stylized, with the name 'JARAMILLO' clearly visible in the center. The signature is enclosed within a large, loopy, oval-shaped flourish.

Firma del Graduado

Ing. Fabián Fernando Jaramillo Campoverde

C.I. 2100686472

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Yo, MBA. Luis Alberto Montenegro, certifico que conozco a los autores del presente trabajo. Siendo los responsables exclusivos tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Firma del director técnico de Trabajo de Grado.

MBA. Luis Alberto Montenegro.

CERTIFICACIÓN

Yo, Mateo Fabian Mena Flores, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



Firma del Graduado

Ing. Mateo Fabian Mena Flores

C.I. 1720995172

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Yo, MBA. Luis Alberto Montenegro, certifico que conozco a los autores del presente trabajo. Siendo los responsables exclusivos tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Firma del director técnico de Trabajo de Grado.

MBA. Luis Alberto Montenegro.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mi madre Sabina Campoverde (+) que está en el cielo, a mi padre Rose Jaramillo que ha sido un pilar fundamental en toda mi formación personal como académica, a mi esposa Liliana Soria que sin su ayuda constante no habría logrado culminar esta maravillosa etapa, a mi hija Amy Jaramillo por darme la motivación diaria y a la Virgen de El Cisne por estar siempre protegiéndome con su manto.

Fabián Fernando Jaramillo Campoverde

Dedico este trabajo con profunda gratitud a Dios, por ser mi guía constante y darme la fortaleza en cada etapa de mi vida. A mis padres, Fabián Mena y Nancy Flores, quienes han sido el pilar fundamental en mi formación personal y académica, por su amor incondicional, su paciencia y su apoyo firme en todo momento. A ellos les debo cada logro alcanzado.

Mateo Fabian Mena Flores

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a mi madre Sabina Campoverde (+) por inculcarme buenos valores desde muy pequeño, a mi padre Rose Jaramillo por su apoyo inquebrantable, estando siempre presente en mi diario caminar, a mi esposa Liliana Soria por ser mi soporte en todo momento, que junto con mi hija Amy Jaramillo, hacen que siempre de lo mejor de mí.

También agradezco a la Universidad Internacional del Ecuador, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz por darme la oportunidad de formarme como profesional de cuarto nivel y aportar en el desarrollo de la industria automotriz desde cualquier espacio que me encuentre. Asimismo, es importante agradecer a Luis Montenegro por su apoyo desinteresado en la guía del desarrollo de este trabajo de titulación.

Fabián Fernando Jaramillo Campoverde

En primer lugar, agradezco profundamente a mis padres, Fabián Mena y Nancy Flores, por su amor incondicional, por su ejemplo de esfuerzo y por brindarme siempre su apoyo constante a lo largo de mi formación personal y profesional. Su presencia y palabras de aliento fueron fundamentales para alcanzar esta meta.

También expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Internacional del Ecuador, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por permitirme desarrollarme como profesional dentro de un entorno académico exigente y comprometido con la excelencia. De igual forma, extendiendo mi gratitud a los docentes y tutores que, con su conocimiento y guía, aportaron de manera significativa al desarrollo de este trabajo de titulación.

Mateo Fabian Mena Flores

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	3
DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTO.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
MARCO TEORICO.....	14
Lean Manufacturing.....	14
Los desperdicios en Lean Manufacturing.....	14
Metodología 5S.....	15
Rediseño de procesos.....	15
Costos operativos y productividad.....	15
MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
Método.....	18
Materiales.....	18
Observación de campo y evidencia fotográfica.....	19
Lugar.....	19
Encuestas.....	26
Tiempo De Ciclo De Reparación.....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
Variables.....	28
Análisis De Resultados y Discusión.....	30
Datos de entrada.....	30
Productividad.....	30
Costos Operativos.....	31
Metodología 5S.....	32
Mejoras aplicadas desde Lean Manufacturing.....	34
Funciones claras (P3 - promedio: 3.3).....	35
Cumplimiento de tiempos de entrega (P5 - promedio: 3.3).....	35
Mejora continua (P13 - promedio: 2.8).....	35
Indicadores de desempeño (P15 - promedio: 3.6).....	35

Calidad de repuestos (P9 - promedio: 2.2).....	35
Stock alternativo (P11 - promedio: 3.5).....	35
Eficiencia en recursos (P14 - promedio: 3.2).....	36
Mejoras aplicadas desde 5S	36
Organización y señalización del taller (P1 y P10 - promedios: 2.7 y 2.1).....	36
Proceso y control visual (P2 y P4 - promedios: 3.4 y 4.1).....	36
Limpieza y mantenimiento (P6 y P7 - promedios: 3.0)	36
Capacitación (P8 - promedio: 2.5)	36
Información al cliente (P12 - promedio: 1.8).....	36
CONCLUSIONES.....	38
REFERENCIAS	39
ANEXOS	43
Anexo Fundamentación Teórica	43
Anexo Materiales Y Métodos	43
Anexo Resultados Y Discusión	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Tipos de desperdicios</i>	16
Tabla 2. <i>Tipos de desperdicios</i>	18
Tabla 3. <i>Variables Analizadas</i>	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Los 7 Desperdicios de Lean Manufacturing.</i>	17
Figura 2. <i>Cuarto de herramientas</i>	20
Figura 3. <i>Cuarto de herramientas</i>	20
Figura 4. <i>Cuarto de herramientas</i>	21
Figura 5. <i>Cuarto de herramientas</i>	21
Figura 6. <i>Bahía de trabajo técnico enderezador #1</i>	22
Figura 7. <i>Bahía de trabajo técnico enderezador #1</i>	23
Figura 8. <i>Área de pintura</i>	23
Figura 9. <i>Área de pintura</i>	24
Figura 10. <i>Bahía de trabajo técnico enderezador #2</i>	25
Figura 11. <i>Bahía de trabajo técnico enderezador #2</i>	25
Figura 12. <i>Análisis de Productividad</i>	31
Figura 13. <i>Análisis de Costos Operativos</i>	32
Figura 14. <i>Análisis Metodología 5S</i>	33
Figura 15. <i>Comparación antes y después de aplicar Lean Manufacturing y 5S.</i>	335

EVALUACIÓN DE DESPERDICIOS OPERACIONALES EN UN TALLER DE COLISIONES PARA REDUCIR TIEMPOS DE REPARACIÓN A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING Y 5S

MBA. Luis Alberto Montenegro Barrera ¹, Ing. Mateo Fabián Mena Flores,² Ing. Fabián Fernando Jaramillo Campoverde

¹ Master in Business Administration – Universidad San Francisco de Quito, lumontegro@uide.edu.ec, Quito – Ecuador

² Ingeniero Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, mamenaf@uide.edu.ec, Quito – Ecuador

³ ingeniero Automotriz – Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, fajaramilloca@uide.edu.ec, Riobamba – Ecuador

RESUMEN

Introducción: Los talleres de colisiones automotrices enfrentan el reto de reducir tiempos de reparación en un entorno altamente competitivo y tecnológicamente complejo. Sin embargo, muchos aún operan con procesos manuales, baja estandarización y escasa integración tecnológica. Estas deficiencias provocan demoras, insatisfacción del cliente y sobre costos. El presente proyecto propone la evaluación de desperdicios para mejorar el rendimiento operativo mediante la valoración de la metodología Lean Manufacturing, con especial énfasis en la filosofía 5S. **Metodología:** Se empleó un enfoque cuantitativo con base en el análisis de los desperdicios operativos del taller, aplicando herramientas de la filosofía Lean, con énfasis en la metodología 5S. Se realizaron observaciones directas y encuestas al personal para diagnosticar el estado actual de orden, limpieza, estandarización y disciplina en las estaciones de trabajo.

Resultados: Los hallazgos revelaron calificaciones bajas en aspectos clave como la mejora continua (Productividad), la calidad de los repuestos (Costos Operativos) y la disponibilidad de herramientas (Metodología 5S), lo cual impacta negativamente en los tiempos de entrega y costos. No obstante, se destacaron fortalezas en la organización visual (Metodología 5S) y en la eficiencia del uso de recursos (Costos Operativos). La aplicación de la metodología 5S es aún parcial, lo que abre oportunidades de mejora en orden, mantenimiento, formación del personal y comunicación con los clientes.

Conclusión: Evaluar los desperdicios operativos del taller con herramientas Lean permite enfrentar eficazmente las fallas para acortar los tiempos de reparación

PALABRAS CLAVE: Desperdicios, Tiempos de reparación, Lean Manufacturing, metodología 5S.

ABSTRACT

Introduction: Automotive collision repair shops face the challenge of reducing repair times in a highly competitive and technologically complex environment. However, many still operate with manual processes, low standardization, and poor technological integration. These deficiencies cause delays, customer dissatisfaction, and cost overruns. This project proposes the evaluation of waste to improve operational performance by assessing the Lean Manufacturing methodology, with special emphasis on the 5S philosophy. **Methodology:** A quantitative approach was used based on the analysis of the workshop's operational waste, applying Lean philosophy tools, with an emphasis on the 5S methodology. Direct observations and staff surveys were conducted to diagnose the current state of order, cleanliness, standardization, and discipline at workstations. **Results:** The findings revealed low scores in key aspects such as continuous improvement (Productivity), spare parts quality (Operating Costs), and tool availability (5S Methodology), which negatively impacts delivery times and costs. However, strengths were highlighted in visual organization (5S Methodology) and resource efficiency (Operating Costs). The implementation of the 5S methodology is still partial, which opens up opportunities for improvement in order, maintenance, staff training, and customer communication. **Conclusion:** Evaluating the workshop's operational waste with Lean tools allows for effective management of failures, shortening repair times, and increasing both efficiency and customer satisfaction.

KEY WORDS: Waste, Repair Times, Lean Manufacturing, 5S Methodology.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, los talleres de reparación de colisiones automotrices enfrentan el desafío de entregar los vehículos en menor tiempo sin comprometer la calidad del servicio. Esto ocurre en un entorno de creciente complejidad tecnológica en los vehículos, así como por la fuerte competencia del mercado. Sin embargo, numerosas empresas continúan operando con procesos manuales y deficientemente estandarizados, lo que se traduce en demoras en el servicio, disminución de la productividad y una marcada insatisfacción por parte de los clientes, incluso en reparaciones menores. Estos inconvenientes se ven agravados por la escasez de recursos materiales, la ausencia de sistemas de gestión integrados y la dificultad para monitorear el avance del trabajo, lo que limita significativamente la capacidad de respuesta de los talleres (Carrión & Villamar, 2023).

Diversas experiencias en empresas como Corporación Auto S.A. y Automotores de la Sierra S.A. demuestran que el rediseño de procesos y la automatización de procedimientos clave son una combinación efectiva para reducir los tiempos de reparación, minimizar los costos operativos y mejorar la experiencia del cliente (Raymundo & Córdova, 2020; Garcés Palacios, 2024). La implementación de herramientas digitales, por ejemplo, ha facilitado diagnósticos más rápidos y precisos, mientras que metodologías como 5S, Lean Manufacturing han generado mejoras en la organización, la limpieza y la estandarización de las áreas de trabajo (Morales & Trujillo, 2019).

Asimismo, se ha demostrado que la eliminación de redundancias y la gestión visual contribuyen a un entorno operativo más ordenado y productivo (Arango & Rodríguez, 2021). El uso de metodologías como Lean Service ha permitido reducir tiempos y aumentar la eficiencia, particularmente al enfocarse en la eliminación de desperdicios tales como esperas prolongadas, transportes innecesarios, movimientos repetitivos o reprocesos (MIT Lean Academy, 2012). Estos hallazgos respaldan la necesidad de implementar sistemas de gestión orientados a la mejora continua que permitan reducir los tiempos improductivos y elevar la calidad del servicio (Tapia & Moncayo, 2022; Salas & Guerrero, 2023).

En este sentido, la presente investigación se desarrolla bajo el enfoque de Lean Manufacturing y la metodología 5S, reconociendo que los talleres de colisiones operan en condiciones cada vez más exigentes y que optimizar sus procesos internos es clave

para mantenerse competitivos. Implementar un sistema de gestión desde el ingreso hasta la entrega del vehículo no solo permite reducir tiempos de reparación, sino también fortalecer la eficiencia del taller y mejorar la experiencia del cliente.

Por ello, este estudio tiene como propósito evaluar los desperdicios operativos presentes en un taller de colisiones, mediante la aplicación de principios de Lean Manufacturing y la metodología 5S, con el fin de proponer mejoras que permitan reducir los tiempos de reparación, optimizar los recursos disponibles y fomentar una cultura de calidad y mejora continua en el sector automotriz. En función de este propósito, se plantea identificar los desperdicios que prolongan los tiempos de reparación de vehículos de colisiones a través de la aplicación de encuestas dirigidas a los técnicos, así como evaluar el estado actual de la metodología 5S aplicada en el taller con el objetivo de mejorar el orden, la limpieza y la organización en las áreas operativas. Finalmente, se pretende proponer mejoras fundamentadas en Lean Manufacturing, haciendo énfasis en la metodología 5S, que conduzcan a una gestión más eficiente de los desperdicios.

MARCO TEORICO

Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing es una filosofía de gestión originada en el Sistema de Producción Toyota, que busca maximizar el valor entregado al cliente mediante la reducción sistemática de desperdicios (muda) y la mejora continua (Kaizen). Sus principios clave incluyen: producción justo a tiempo, calidad en la fuente, estandarización y compromiso del personal (Gestión 5, s.f.). Esta metodología ha demostrado ser efectiva en múltiples sectores industriales, incluidos los talleres automotrices, donde los recursos limitados y los procesos no estandarizados generan cuellos de botella y pérdidas operativas.

Según UPAO (2022), aplicar Lean Manufacturing permite identificar actividades que no agregan valor, como movimientos innecesarios, reprocesos o esperas, y reemplazarlas por prácticas eficientes que mejoran la rentabilidad, la calidad y el tiempo de respuesta al cliente.

Los desperdicios en Lean Manufacturing

Lean Manufacturing identifica siete tipos de desperdicios clave que afectan negativamente la eficiencia:

- Sobreproducción
- Inventario innecesario
- Movimientos innecesarios
- Esperas prolongadas
- Transportes innecesarios
- Sobreprocesamiento
- Defectos o errores que generan retrabajos (MIT Lean Academy, 2012).

Estos desperdicios se presentan con frecuencia en talleres de colisiones, por ejemplo: acumulación de vehículos en espera, desorganización de herramientas, traslado repetitivo entre áreas, y fallas de pintura que obligan a repetir procesos. La

identificación clara de estos elementos permite enfocar acciones de mejora y reducir los tiempos de reparación sin comprometer la calidad.

Metodología 5S

La metodología 5S es una herramienta táctica del Lean Manufacturing diseñada para crear entornos de trabajo más limpios, organizados y seguros. Se basa en cinco principios japoneses: Seiri (clasificación), Seiton (organización), Seiso (limpieza), Seiketsu (estandarización) y Shitsuke (disciplina) (UpKeep, s.f.).

Implementar las 5S permite eliminar desperdicios ocultos, facilitar el acceso a herramientas, prevenir accidentes y aumentar la eficiencia del taller. En el contexto automotriz, esta metodología es útil para mejorar las estaciones de trabajo de técnicos, ordenar cuartos de herramientas, establecer rutinas de mantenimiento, y reducir pérdidas de tiempo causadas por entornos desorganizados (Sánchez, 2021).

Rediseño de procesos

El rediseño de procesos implica una reestructuración profunda de los flujos operativos con el objetivo de incrementar la eficiencia, reducir costos y mejorar la calidad del servicio (Leroy, 2018). En talleres de colisiones, este enfoque permite estandarizar tareas, eliminar pasos innecesarios y alinear los procesos con las expectativas del cliente.

Según Burgos y Morán (2023), el rediseño apoyado en herramientas Lean mejora significativamente la productividad, al integrar procesos visuales, eliminar desperdicios y generar sistemas repetibles de alto desempeño.

Costos operativos y productividad

Los costos operativos en talleres incluyen materiales, mano de obra, energía, tiempos improductivos y retrabajos. Reducir estos costos sin afectar la calidad es esencial para mantener la competitividad del negocio. La aplicación de Lean y 5S ha demostrado ser eficaz para disminuir gastos y mejorar los indicadores clave de desempeño (Vaca Riofrío, 2024).

A su vez, la productividad en este tipo de organizaciones está estrechamente vinculada al orden en el entorno de trabajo, la disponibilidad de herramientas y la estandarización de procesos (Izquierdo & Torres, 2022). A través de la implementación

de las 5S, es posible establecer un flujo de trabajo más ágil y coherente, que favorece la eficiencia y la calidad del servicio.

Tabla 1

Tipos de desperdicios

Tipo de desperdicio (Lean)	Ejemplo detectado en el taller	Propuesta de mejora basada en 5S
Esperas prolongadas	Técnicos inactivos por falta de repuestos	Mejorar control de inventario y reposición visual
Movimientos innecesarios	Búsqueda constante de herramientas	Seiton: herramientas señalizadas y etiquetadas
Inventario innecesario	Acumulación de piezas en desuso	Seiri: clasificar y desechar lo innecesario
Defectos (reprocesos)	Fallas en pintura o acabados	Shitsuke: disciplina y capacitación técnica
Transporte innecesario	Vehículos movidos sin lógica entre áreas	Seiketsu: rutas y procesos estandarizados

Nota: Adaptado de Royo Group (2018).

Figura 1

Los 7 Desperdicios de Lean Manufacturing.



Nota: Adaptado de Royo Group (2018).

MATERIALES Y MÉTODOS

Método

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo, con el objetivo de evaluar los desperdicios operativos en un taller de colisiones aplicando los principios de Lean Manufacturing y la metodología 5S, tal como se plantea en el objetivo general. Este enfoque permite cuantificar y analizar variables asociadas a la productividad, el orden, la disponibilidad de herramientas, el uso de recursos y la comunicación en el proceso de reparación automotriz.

Se utilizaron técnicas como la observación directa y encuestas estructuradas que permitieron recoger información precisa sobre el estado actual del taller, los principales desperdicios identificados, y las oportunidades de mejora que pueden ser aplicadas desde el enfoque Lean.

Materiales

Para el desarrollo del estudio se emplearon los siguientes materiales e instrumentos de recolección de datos, cada uno con una función específica dentro del proyecto:

Tabla 2

Tipos de desperdicios

Material utilizado	¿Qué es?	¿Por qué se usó?	¿Para qué se usó?
Encuestas estructuradas	Cuestionario de 15 preguntas dirigido al personal técnico	Recoger percepción real sobre el estado operativo del taller	Evaluar productividad, uso de recursos y nivel de orden
Lista de chequeo de observación	Formato diseñado por los autores	Verificar condiciones físicas del entorno	Diagnosticar cumplimiento de metodología 5S
Cámara fotográfica (celular)	Dispositivo móvil con cámara	Documentar visualmente el estado de áreas operativas	Obtener evidencia para análisis de desorden y desperdicios
Hojas de cálculo y PC (Excel)	Computadora con software de análisis	Organizar y analizar la información obtenida	Elaborar tablas, gráficos e interpretar resultados

Nota: Adaptado de Royo Group (2018).

Observación de campo y evidencia fotográfica

Durante la fase de observación, se identificaron varios puntos críticos dentro del taller, que reflejan la necesidad de aplicar mejoras estructuradas bajo la metodología 5S. A continuación, se presentan imágenes reales de las condiciones encontradas:

- Cuartos de herramientas con desorden y acumulación de materiales obsoletos, lo que genera tiempos muertos por búsqueda innecesaria (Seiri, Seiton).
- Bahías de trabajo con superficies sucias y herramientas mal ubicadas, afectando la seguridad, la eficiencia y el flujo de trabajo (Seiso, Seiketsu).
- Área de pintura sin delimitación visual ni señalización adecuada, propiciando errores, contaminación cruzada y retrabajos (Shitsuke, visual management).

Estas evidencias visuales sirvieron como insumos clave para diagnosticar los desperdicios presentes, clasificar el estado de cumplimiento de las 5S, y sustentar propuestas concretas de mejora.

Lugar

La investigación se realizó en un concesionario automotriz multimarca, ubicado en la ciudad de Lago Agrio, bajo las coordenadas 34G4+CH Nueva Loja, donde se recopiló toda la información necesaria para el análisis. Este taller fue seleccionado debido a su alta carga operativa en reparaciones de colisiones, lo que permitió observar en tiempo real los procesos, identificar cuellos de botella y aplicar herramientas de mejora.

Figura 2

Cuarto de herramientas



Fuente: Autores

Figura 3

Cuarto de herramientas



Fuente: Autores

En estas imágenes se observa un cuarto de herramientas con evidente falta de orden y clasificación. Las herramientas están dispersas sobre estantes y superficies sin etiquetas ni señalización que permita una ubicación rápida y eficiente. Esto representa

un claro desperdicio de tiempo, ya que los técnicos deben buscar entre objetos acumulados, lo que retrasa las reparaciones. Además, no se aplican las primeras fases de las 5S como clasificar (Seiri) ni ordenar (Seiton), lo que demuestra la necesidad urgente de establecer un sistema de organización visual que facilite el acceso a los elementos más utilizados.

Figura 4

Cuarto de herramientas



Fuente: Autores

Figura 5

Cuarto de herramientas



Fuente: Autores

Estas imágenes complementan el diagnóstico anterior, mostrando acumulación innecesaria de materiales y herramientas posiblemente fuera de uso. No hay distinción entre lo útil y lo obsoleto, lo que contradice los principios Lean, donde se busca eliminar todo aquello que no agrega valor. La falta de rotulación y clasificación genera confusión y propicia errores o retrabajos. Es fundamental aplicar una limpieza profunda (Seiso) y establecer criterios claros para mantener solo lo necesario en el área de trabajo.

Figura 6

Bahía de trabajo técnico enderezador #1



Fuente: Autores

La bahía de trabajo presenta desorden tanto en el suelo como en las superficies de trabajo. Herramientas, materiales y restos de trabajo se mezclan sin una ubicación definida, lo que dificulta el flujo continuo de actividades. Esta condición no solo afecta la productividad, sino que también representa un riesgo para la seguridad del operario. La falta de estandarización (Seiketsu) y disciplina (Shitsuke) impide la implementación de un sistema de trabajo eficiente y repetible, pilares fundamentales en Lean Manufacturing.

Figura 7

Bahía de trabajo técnico enderezador #1



Fuente: Autores

Figura 8

Área de pintura



Fuente: Autores

Figura 9

Área de pintura



Fuente: Autores

El área de pintura evidencia una disposición inadecuada de insumos y materiales. No se observan zonas claramente delimitadas ni elementos visuales que guíen al operario, lo cual puede derivar en contaminación cruzada, desperdicio de materiales y tiempos improductivos. Además, la presencia de suciedad y objetos mal ubicados indica una falta de rutina de limpieza y control diario. Implementar 5S aquí no solo mejoraría la calidad del acabado, sino también la seguridad y orden general del proceso.

En las fotografías siguientes en las bahías se presentan condiciones similares: herramientas sobre el suelo, cables expuestos y piezas sin clasificación. Esto refleja una cultura organizacional débil en cuanto al mantenimiento del entorno de trabajo. No existe una sistematización de los procesos ni de las herramientas utilizadas, lo que genera variabilidad y desperdicios. La ausencia de estándares comunes va en contra del enfoque Lean, el cual promueve la uniformidad para evitar errores y facilitar la mejora continua.

Figura 10

Bahía de trabajo técnico enderezador #2



Fuente: Autores

Figura 11

Bahía de trabajo técnico enderezador #2



Fuente: Autores

Encuestas

Se analizó un análisis de los diversos aspectos que afectan directamente en el tiempo de reparación de un vehículo colisionado y los costos operativos que intervienen, mediante un método de encuestas que obtengan un resultado cualitativo y encuentren los rasgos más importantes de estos aspectos, así como también permitan cuantificar el porcentaje de afectación de estos. Esto determinó por qué afectan dichos aspectos en los procesos de reparación, aumentando los tiempos de entrega y costos operativos.

Las preguntas han sido diseñadas con el propósito de obtener una visión auténtica del entorno de trabajo en un taller de colisiones, considerando no solo los procesos técnicos, sino también el bienestar y la percepción de los propios trabajadores. Se busca que cada respuesta revele oportunidades reales de mejora desde el enfoque Lean Manufacturing y 5S.

Las herramientas necesarias están disponibles y organizadas.
Porque la falta de herramientas o su desorden genera frustración y pérdidas de tiempo. En Lean, este tipo de desperdicio se conoce como espera innecesaria y es uno de los más comunes.

Las actividades se realizan siguiendo un proceso estandarizado.
La estandarización no solo garantiza calidad, sino que también brinda seguridad y claridad al operario. Toyota considera que la estandarización es la base para toda mejora continua.

Conozco claramente mis funciones y responsabilidades.
Cuando una persona sabe con certeza qué debe hacer, trabaja con mayor confianza y eficacia. La ambigüedad genera errores y retrabajos.

Hay un control visual de los procesos (enderezado, centrado, preparado, pintura, etc.).

El control visual es un principio Lean que facilita la supervisión sin necesidad de instrucciones verbales, permitiendo detectar a tiempo cualquier desviación.

Los tiempos pactados de entrega siempre se cumplen.
Los tiempos incumplidos afectan directamente la experiencia del cliente. Esta pregunta permite identificar cuellos de botella en el proceso.

El espacio de trabajo está limpio y ordenado.

Uno de los pilares de las 5S. Un entorno limpio no solo es agradable, sino que previene accidentes y hace más eficiente el trabajo.

Se realiza mantenimiento preventivo a las máquinas y herramientas.

Una falla en equipo puede detener todo el proceso. Esta pregunta busca evaluar si se está actuando de forma proactiva o reactiva.

Se les capacita a los técnicos al menos dos veces al año.

El desarrollo humano es clave. La formación continua fortalece el compromiso del personal y mejora la calidad del servicio.

Estoy de acuerdo en que la calidad de repuestos (genérico u original) afecta directamente en el tiempo de entrega de un vehículo.

Esta pregunta permite conocer cómo la disponibilidad y calidad de los insumos impactan en los tiempos y en la percepción del técnico.

Cuento con las herramientas y equipos necesarios para realizar mi trabajo.

Es una forma directa de medir si se brinda a los trabajadores lo básico para cumplir bien su tarea, sin improvisaciones.

Estoy de acuerdo en tener un stock de repuestos alternos de buena calidad para poder solventar algún problema específico.

Una alternativa bien gestionada puede evitar retrasos cuando no hay disponibilidad de piezas originales, siempre que no afecte la calidad.

Se le mantiene informado al cliente del proceso de reparación en el que se encuentra su vehículo.

La comunicación efectiva con el cliente genera confianza y disminuye reclamos. Es también parte de una cultura de servicio Lean.

Se aplican principios de mejora continua en el taller.

Con esta pregunta se busca conocer si la mejora continua es solo un ideal o una práctica habitual en el taller.

El uso eficiente de materiales y tiempo es una prioridad del taller.

Este enunciado refleja la esencia del pensamiento Lean: eliminar desperdicios y maximizar el valor con menos recursos.

Se utilizan indicadores de desempeño (tiempos, calidad, productividad). Medir es parte de mejorar. Toyota ha demostrado que lo que no se mide, no se puede mejorar; esta pregunta verifica si hay una cultura de seguimiento.

Toyota, como creador del Sistema de Producción Toyota (TPS), base del Lean Manufacturing, demostró que empoderar a los trabajadores, mantener los espacios organizados y eliminar desperdicios son factores clave para lograr eficiencia y calidad. Estas preguntas están alineadas con dichos principios, porque ayudan a diagnosticar el estado real del taller y orientar cambios sostenibles.

Tiempo De Ciclo De Reparación

Su análisis permitió medir la duración total del proceso que seguía un vehículo desde su ingreso hasta su entrega final al cliente. Este material incluyó el registro de cada una de las etapas del proceso, los tiempos de espera entre tareas, así como las interrupciones no programadas. Se utilizó porque representó una variable crítica para identificar inefficiencias, cuellos de botella y oportunidades de mejora dentro del taller, elementos esenciales para reducir los costos y aumentar la productividad (Domínguez Machuca, 2016). Su análisis permitió cumplir con el objetivo general, así como la mejora en la planificación de tareas y recursos. Con este material se pudo establecer una línea base y medir el impacto de las mejoras implementadas sobre la eficiencia operativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables

Para esta investigación se agruparon las variables en tres dimensiones clave: productividad, costos operativos y metodología 5S, con el propósito de valorar el impacto de los desperdicios operativos en un taller de colisiones. Cada dimensión fue medida a través de una encuesta aplicada al personal del taller, compuesta por 15 ítems que abarcan aspectos operativos, organizativos y técnicos del entorno laboral. Los participantes respondieron utilizando una escala de Likert del 1 al 5, donde 1 representa "Muy en desacuerdo / Muy insatisfecho" y 5 "Muy de acuerdo / Muy satisfecho". Dentro de la dimensión de productividad se incluyeron ítems relacionados con el cumplimiento de tiempos de entrega, claridad de funciones, mejora continua e indicadores de desempeño.

En los costos operativos se evaluaron la disponibilidad de herramientas, calidad de repuestos y eficiencia en el uso de recursos. Finalmente, en la metodología 5S se consideraron variables como la limpieza, orden, control visual, mantenimiento preventivo, capacitación del personal y comunicación con el cliente. Este enfoque permitió identificar fortalezas y debilidades en los procesos actuales, sirviendo como base para plantear acciones de mejora que reduzcan tiempos de entrega y optimicen el uso de recursos en el taller.

Tabla 3

Variables Analizadas

Dimensión	Ítems de la encuesta asociados	Aspectos evaluados
Productividad	3.- Conozco claramente mis funciones y responsabilidades. 5.- Los tiempos pactados de entrega siempre se cumplen. 13.- Se aplican principios de mejora continua en el taller. 15.- Se utilizan indicadores de desempeño (tiempos, calidad, productividad).	Claridad de funciones, cumplimiento de tiempos, mejora continua, uso de indicadores.
Costos operativos	1.- Las herramientas necesarias están disponibles y organizadas. 9.- Estoy de acuerdo en que la calidad de repuestos (genérico u original) afecta directamente en el tiempo de entrega de un vehículo. 11.- Estoy de acuerdo en tener un stock de repuestos alternos de buena calidad para poder solventar algún problema específico, ya sea de mecánica o colisiones. 14.- El uso eficiente de materiales y tiempo es una prioridad del taller.	Disponibilidad de herramientas, calidad y stock de repuestos, eficiencia de recursos.
Metodología 5S	2.- Las actividades se realizan siguiendo un proceso estandarizado. 4.- Hay un control visual de los procesos (etiquetado, señalización, etc.). 6.- El espacio de trabajo está limpio y ordenado. 7.- Se realiza mantenimiento preventivo a las máquinas y herramientas.	Orden, limpieza, control visual, mantenimiento, capacitación, comunicación.

	8.- Se les capacita a los técnicos al menos dos veces al año. 10.- Cuento con las herramientas y equipos necesarios para realizar mi trabajo. 12.- Se le mantiene informado al cliente del proceso de reparación en el que se encuentra su vehículo.	
--	--	--

Fuente: Autores

Análisis De Resultados y Discusión

Con el objetivo de comprender a profundidad la situación actual del taller de colisiones, se llevó a cabo una encuesta dirigida a los técnicos del área. Esta herramienta se diseñó con 15 preguntas organizadas en tres ejes fundamentales: **productividad, costos operativos y aplicación de la metodología 5S**. A través de este enfoque, se buscó obtener una visión integral del funcionamiento del taller desde la perspectiva de quienes están directamente involucrados en los procesos. La encuesta se aplicó utilizando una escala de valoración del 1 al 5, donde 1 equivale a una percepción totalmente negativa y 5 a una totalmente positiva.

Datos de entrada

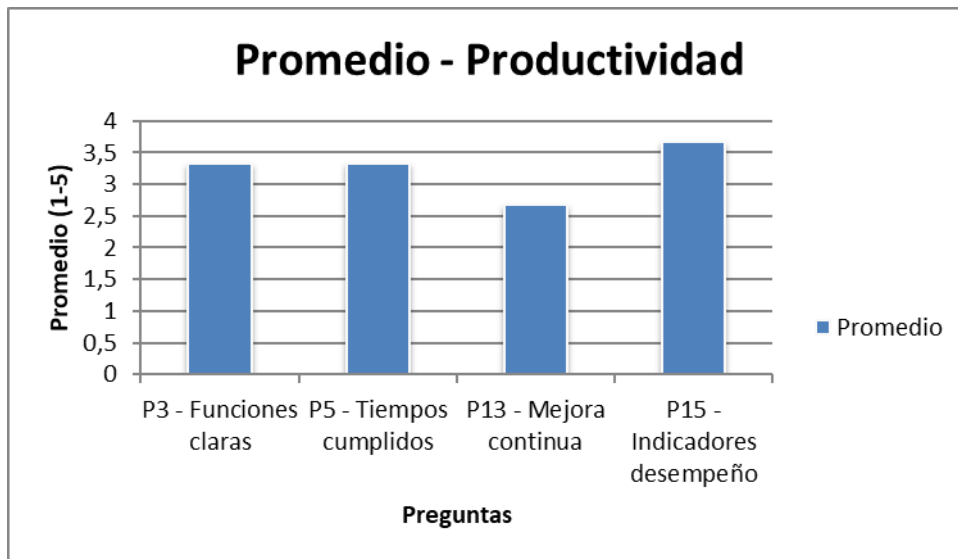
Los resultados obtenidos de las encuestas constituyen el punto de partida para el análisis y la propuesta de mejoras. Cada una de las respuestas refleja experiencias reales dentro del taller: desde la claridad de funciones y la disponibilidad de herramientas, hasta la calidad de los repuestos y la forma en que se comunican con el cliente. Estos datos revelan patrones y áreas de oportunidad que permiten estructurar un diagnóstico confiable sobre el estado actual del taller.

Productividad

Las preguntas relacionadas con esta variable fueron: p3, p5, p13 y p15 en relación con la claridad de la función, las tendencias de tiempo, la mejora continua y el uso de indicadores.

Figura 12

Análisis de Productividad



Fuente: Autores

Discusión:

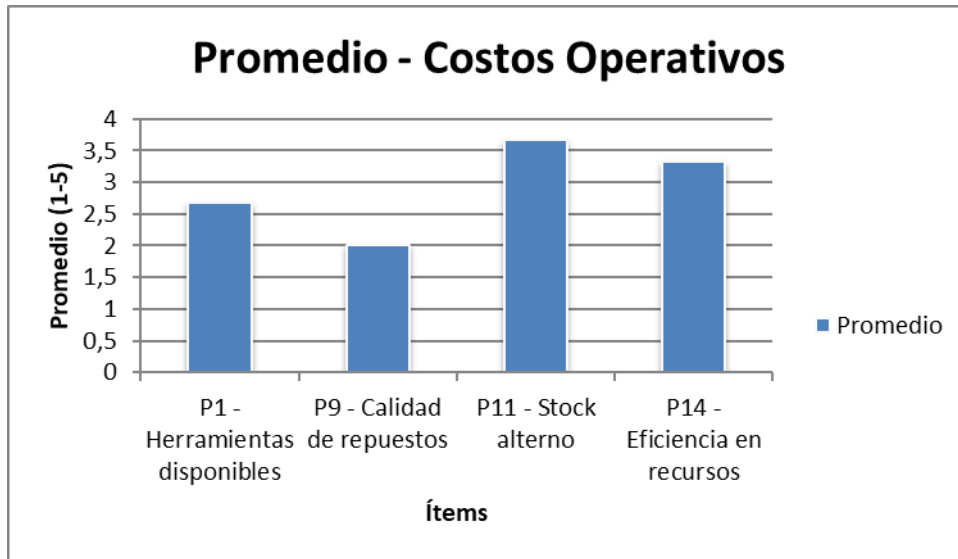
Los resultados muestran que el uso de indicadores es una práctica ya incluida en los talleres que promueven el monitoreo del rendimiento y las decisiones de la base de datos. Sin embargo, una puntuación de mejora continua baja indica la falta de mecanismos estructurados para la retroalimentación y la optimización continuas. Esto limita la posibilidad de adaptar rápidamente las fallas del sistema y generar innovación de procesos.

Costos Operativos

Las preguntas incluidas en esta dimensión fueron: P1, P9, P11 y P14, enfocadas en la disponibilidad de herramientas, calidad de repuestos, existencia de stock alternativo y eficiencia de materiales/tiempo.

Figura 13

Análisis de Costos Operativos



Fuente: Autores

Discusión:

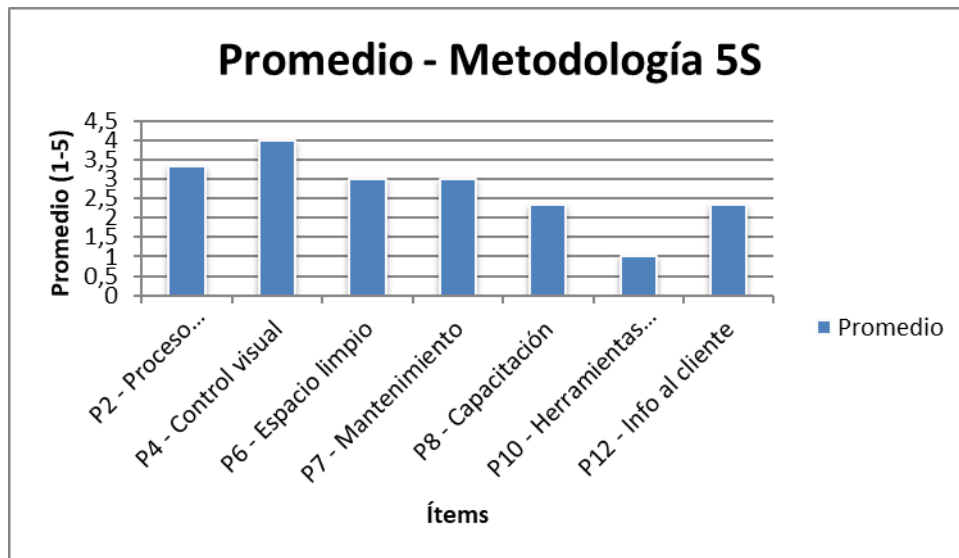
La percepción positiva sobre el manejo de inventarios (P11) y eficiencia en recursos (P14) sugiere cierto control sobre los insumos básicos. Sin embargo, la baja calificación de la calidad de las piezas de repuesto (P9) indica un problema estructural que afecta directamente tanto el tiempo de entrega como el costo total de cada reparación. Este defecto representa un cuello de botella importante que justifica el rediseño de la logística y los procesos de entrega, como se propone en el objetivo general.

Metodología 5S

Esta categoría comprende las preguntas: P2, P4, P6, P7, P8, P10 y P12, enfocadas en el orden, limpieza, mantenimiento, capacitación, herramientas y comunicación con el cliente.

Figura 14

Análisis Metodología 5S



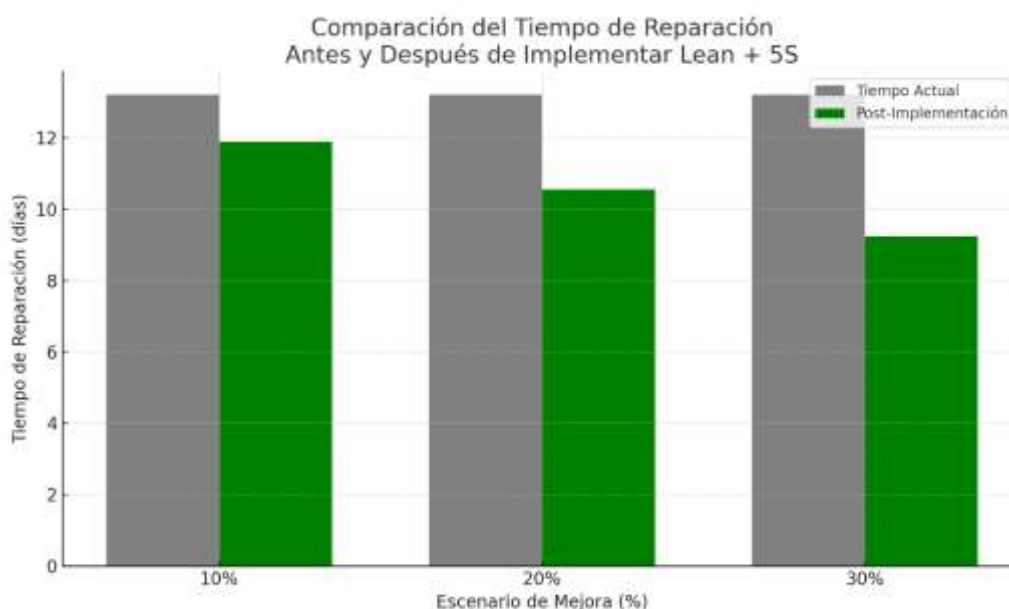
Fuente: Autores

Discusión:

A pesar de que se observa un ambiente visualmente organizado (P4), hay significativas carencias operativas. La evaluación crítica en herramientas (P10) señala de manera evidente que no se disponen de los recursos esenciales para una realización eficaz del trabajo. Esto se intensifica debido a la falta de capacitación continua y a la escasa comunicación de información al cliente; aspectos fundamentales en una cultura Lean que se enfoca en el ordenamiento interno y externo además de la transparencia; estas deficiencias limitan notablemente la capacidad del taller para estandarizar sus procesos y mantener niveles destacados de eficiencia y calidad.

Figura 15

Comparación del tiempo de reparación antes y después de aplicar Lean Manufacturing y 5S.



En la figura se presenta una simulación del impacto esperado en los tiempos de reparación al implementar las metodologías Lean Manufacturing y 5S en el taller. El tiempo promedio actual, identificado en 13.2 días, serviría como línea base. A partir de ello, se simulan tres escenarios de mejora: una reducción conservadora del 10% (11.88 días), una moderada del 20% (10.56 días) y una ambiciosa del 30% (9.24 días). Estas proyecciones evidencian que, al aplicar herramientas de orden, estandarización y eliminación de desperdicios, es posible reducir significativamente los tiempos improductivos y optimizar los procesos operativos. Esta reducción directa no solo mejora la eficiencia del taller, sino que también contribuye a una mayor satisfacción del cliente y una mejor planificación de recursos.

Mejoras aplicadas desde Lean Manufacturing

Lean Manufacturing busca reducir desperdicios, optimizar recursos y generar valor al cliente con procesos más eficientes. Basándose en los resultados obtenidos, se proponen las siguientes acciones:

Funciones claras (P3 - promedio: 3.3)

Se realizarán reuniones semanales cortas para repasar responsabilidades, usando pizarras visuales o paneles con tareas asignadas. Esto evita ambigüedades, mejora la comunicación y aumenta la autonomía.

Cumplimiento de tiempos de entrega (P5 - promedio: 3.3)

Se implementará un cronograma visible para cada vehículo, con responsables definidos y fechas de entrega estimadas. Se evaluarán los tiempos reales al final de cada proceso.

Mejora continua (P13 - promedio: 2.8)

Se promoverá un sistema de sugerencias donde los técnicos puedan proponer ideas para mejorar tiempos o calidad. Las ideas más viables se pondrán en marcha y se reconocerá la participación activa.

Indicadores de desempeño (P15 - promedio: 3.6)

Se crearán tableros visuales con indicadores de productividad, calidad y cumplimiento de tiempos, accesibles para todo el personal. Esto permitirá un monitoreo claro y fomentará una cultura orientada a resultados.

Calidad de repuestos (P9 - promedio: 2.2)

Se documentará cómo influye la calidad de los repuestos en los tiempos de reparación. Esta evidencia permitirá tomar decisiones informadas en la compra de insumos, reduciendo reclamos y retrabajos.

Stock alternativo (P11 - promedio: 3.5)

Se mantendrá un stock mínimo de repuestos alternos de buena calidad, para resolver reparaciones urgentes sin demoras por falta de insumos.

Eficiencia en recursos (P14 - promedio: 3.2)

Se capacitará al personal en el uso racional de materiales. Se desarrollarán simulaciones de costos por desperdicio para concienciar sobre el impacto de pequeñas acciones en los gastos del taller.

Mejoras aplicadas desde 5S

La metodología 5S está centrada en mejorar el entorno laboral a través de orden, limpieza, estandarización y disciplina. Basándose en los resultados obtenidos, se proponen las siguientes acciones:

Organización y señalización del taller (P1 y P10 - promedios: 2.7 y 2.1)

Se implementará un sistema de almacenamiento visual con etiquetas, colores y ubicación fija para cada herramienta. También se elaborará un inventario participativo donde los técnicos indiquen qué herramientas les faltan.

Proceso y control visual (P2 y P4 - promedios: 3.4 y 4.1)

Se documentarán los pasos de cada proceso (enderezado, pintura, etc.) con fotos o diagramas colocados en las estaciones de trabajo. Esto facilita el aprendizaje y la estandarización del trabajo.

Limpieza y mantenimiento (P6 y P7 - promedios: 3.0)

Se asignarán 30 minutos al final de cada turno para limpieza de áreas. Además, se implementará una hoja de chequeo para verificar semanalmente el estado de las máquinas y herramientas.

Capacitación (P8 - promedio: 2.5)

Se programarán sesiones semanales, cortas y prácticas, sobre temas como seguridad, uso correcto de equipos o mejora continua. La capacitación constante fortalece la cultura de orden y eficiencia.

Información al cliente (P12 - promedio: 1.8)

Se nombrará a un responsable de atención al cliente que mantenga informado al usuario cada 24 horas sobre el estado de su vehículo, mejorando la comunicación y reduciendo la incertidumbre.

La implementación conjunta de la metodología 5S y los principios de Lean Manufacturing proyecta una transformación gradual pero significativa en el funcionamiento del taller de colisiones. A corto plazo, se espera que la aplicación de las 5S clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina permita mejorar las condiciones del espacio de trabajo, facilitando la localización de herramientas, eliminando elementos innecesarios y reduciendo pérdidas de tiempo. Esto generará un ambiente más seguro, organizado y propicio para el trabajo eficiente.

En una segunda etapa, se prevé integrar prácticas Lean como la identificación y eliminación de desperdicios (muda), la estandarización de procesos y el uso de indicadores visuales que permitan monitorear el rendimiento del taller en tiempo real. Estas herramientas facilitarán la toma de decisiones rápidas, basadas en datos, y fomentarán una cultura de mejora continua entre los colaboradores.

A mediano plazo, estas mejoras contribuirán a una reducción tangible de los tiempos de reparación, una mayor eficiencia en el uso de recursos y una mejor calidad del servicio al cliente. Además, el personal se involucrará más activamente en los procesos, generando un entorno colaborativo donde cada integrante del equipo se convierta en agente de cambio.

A largo plazo, el taller se proyecta como una operación estandarizada, donde el orden, la eficiencia y la mejora constante formen parte de la cultura organizacional. La implementación sostenida de Lean y 5S no solo mejorará la productividad, sino que también permitirá ofrecer un servicio más ágil, confiable y competitivo, posicionando al taller como un referente en la aplicación de buenas prácticas.

CONCLUSIONES

- La aplicación de encuestas al personal técnico ha sido una herramienta clave para identificar los principales desperdicios que afectan los tiempos de reparación. Sus respuestas reflejan vivencias cotidianas que, al ser escuchadas y analizadas, permiten reconocer con claridad puntos críticos como la falta de herramientas organizadas, demoras por esperas innecesarias y comunicación poco efectiva. Esta información será la base para tomar decisiones más acertadas y orientadas a la realidad del taller.
- La evaluación del estado actual de la metodología 5S ha permitido visualizar tanto aciertos como aspectos que necesitan fortalecerse. Aunque existen esfuerzos por mantener el orden y la limpieza, aún se evidencian espacios con desorganización, materiales mal ubicados y rutinas poco estandarizadas. Este diagnóstico inicial abre la posibilidad de aplicar mejoras reales que favorezcan un entorno de trabajo más eficiente, seguro y agradable para el personal.
- Con base en los hallazgos obtenidos, se propone implementar mejoras fundamentadas en Lean Manufacturing y la metodología 5S, orientadas a reducir desperdicios, optimizar tiempos, fortalecer la organización y mejorar la atención al cliente. Estas acciones incluyen señalización, cronogramas visibles, tableros de indicadores, capacitación continua y participación activa del personal, buscando construir junto al equipo una cultura de trabajo más ordenada, eficiente y colaborativa, con impacto directo en la calidad del servicio y el bienestar laboral.
- La simulación de tiempos de reparación en distintos escenarios de mejora (10%, 20% y 30%) permite proyectar una reducción significativa de hasta 3.96 días en promedio, lo cual valida el potencial de Lean Manufacturing y 5S para optimizar los procesos del taller. Esta estimación reafirma que una correcta aplicación de estas metodologías puede tener un impacto directo en la eficiencia operativa y en la percepción del cliente respecto a la calidad del servicio.

REFERENCIAS

- Arango, J., & Rodríguez, A. (2021). Plan de mejora para los procesos administrativos asociados a la reparación de vehículos en el área de colisión [Tesis de grado, Corporación Universitaria Autónoma de Occidente]. <https://repositorio.uniajc.edu.co/bitstreams/481db5ed-5444-434b-ae51-6c133d8a0d0c/download>
- Carrión, A., & Villamar, M. (2023). Mejora del proceso de evaluación de daños en el área de colisiones de un taller automotriz [Tesis de grado, Universidad de las Américas]. <https://dspace.udla.edu.ec/jspui/handle/33000/16844>
- Morales, G., & Trujillo, C. (2019). Propuesta de mejora de los procesos operativos mediante la metodología 6S en un taller de colisiones [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18234/1/UPS-CT008661.pdf>
- Ramírez, D. A. (2021). Propuesta metodológica para optimización del tiempo de servicio en un taller de reparación de carrocería y pintura [Tesis de grado, Universidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11910>
- Salas, P., & Guerrero, F. (2023). Plan de mejora de la calidad mediante la gestión por procesos y la metodología Kaizen en un taller automotriz [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25282/1/UPS-GT004479.pdf>
- Tapia, D., & Moncayo, R. (2022). Diseño de un modelo de gestión por procesos para talleres automotrices [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.puce.edu.ec/bitstreams/c6ffae5f-d985-4a55-80ce-718e64cd42b9/download>
- Verma, M., & Singh, R. K. (2020). Productivity enhancement and cycle time reduction in Toyota assembly line. *Materials Today: Proceedings*, 46(9), 4304–4310. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785320393597?via%3Dihub>
- Garcés Palacios, J. D. (2024). Optimización de tiempos de trabajo en el departamento de colisiones de Automotores de la Sierra S.A, en la ciudad de Ambato [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Indoamérica]. Repositorio UTI. <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/7265>

- Guashpa Yantalema, L. O., & Zurita Morales, R. A. (2024). Mejora del proceso de evaluación de daños en el área de colisiones de Corporación Auto mediante la automatización de procesos [Tesis de maestría, Universidad de las Américas]. Repositorio UDLA. <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/16844>
- Izquierdo Gonzales, K. A., & Torres Heredia, J. A. (2022). Diseño de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de planchado y pintura en una empresa del sector automotriz [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. RENATI. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/513513>
- López Nicolalde, D. A. (2023). Desarrollo de un modelo de gestión para la implementación del sistema de gestión de calidad bajo normas IATF 16949:2016 para taller automotriz multimarca Mecánica Mundial en la ciudad de Ibarra [Tesis de maestría, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio UTN. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15318>
- Romo Ruano, E. E. (2020). Sistema de gestión basado en la metodología 5S en un taller de colisiones [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio UTN. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10305>
- Burgos Ayala, J. E., & Morán Mosquera, R. A. (2023). Propuesta de mejora de procesos mediante herramientas Lean Manufacturing en el área de mantenimiento automotriz de la empresa G.S. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/37909>
- Quinde Gómez, K. A., & Sangoquiza Pilco, D. C. (2022). Aplicación de herramientas de la filosofía Lean Manufacturing en un taller automotriz para mejorar su eficiencia operativa [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/c85be934-5f6a-4922-933a-f1c9897fca77>
- Sánchez Méndez, A. M. (2021). Aplicación de la metodología 5S en el taller de mantenimiento automotriz de la empresa GNC S.A. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21014>
- Gómez Chamba, B. S. (2023). Propuesta de rediseño de procesos para mejorar la productividad en un taller de colisiones de la ciudad de Loja [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/27662>

- Santos, J. C. A., dos Santos, A. M., & Berto, R. M. (2021). Servicio posventa Lean: Implementación de la metodología DMAIC en los procesos posventa de un taller automotriz. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/356457550_Lean_After_Sales_Service_Implementation_of_DMAIC_Methodology_in_After_Sales_Processes_of_an_Automotive_Workshop
- Formación 5S. (s.f.). Cómo aplicar las 5S en la gestión de residuos y reducir costos operativos. Recuperado de <https://www.formacion5s.es/como-aplicar-las-5s-en-la-gestion-de-residuos-y-reducir-costos-operativos/>
- Gestión 5. (s.f.). Metodología Lean Manufacturing. Principios y utilidades. Recuperado de <https://gestion5.com/blog/metodologia-lean-manufacturing/>
- Leroy, G. (2018). Propuesta de implementación del lean manufacturing para disminuir los costos operativos en la línea de proceso de arándano fresco en la empresa Camposol S. A. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13856>
- Universidad Privada Antenor Orrego. (2022). Herramientas Lean Manufacturing y su impacto en los costos operativos en la Empresa de confecciones Wilmer Sport, Trujillo-2022 [Tesis de licenciatura]. Repositorio UPAO. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/21451>
- UpKeep. (s.f.). El método 5S Lean: una guía esencial para su instalación de mantenimiento. Recuperado de <https://upkeep.com/es/learning/5s-lean-process/>
- Vaca Riofrío, M. F. (2024). Aplicación de la técnica 5S como propuesta lean para eficiencia operativa en un Laboratorio Clínico de una Clínica Privada de la ciudad de Quito [Tesis de maestría, Universidad de las Américas]. Repositorio UDLA. <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/15938>
- Rodríguez Reyes, D., & Padilla, A. (2020). Modelo de mejora continua con enfoque Lean Manufacturing para el proceso de transformación del acero. Revista Científica Agroecosistemas, 8(1), 63-74. <https://www.redalyc.org/journal/5116/511654337007/html/>
- Quinde Gómez, K. A., & Sangoquiza Pilco, D. C. (2022). Aplicación de herramientas de la filosofía Lean Manufacturing en un taller automotriz para mejorar su eficiencia operativa. [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio UCE. Recuperado de

<https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/c85be934-5f6a-4922-933a-f1c9897fca77>

- Royo Group. (29 de mayo de 2018). Lean en Royo: la rueda de los 7 desperdicios. Royo Group. Recuperado de <https://www.royogroup.com/lean-en-royo-la-rueda-de-los-7-desperdicios/>
- Marrero, M. (2020). 5S: Reflexiones y aclaraciones. Momomarrero.com. Recuperado de <https://momomarrero.com/2020/03/10/5s-reflexiones-y-aclaraciones/>
- MIT Lean Academy. (2012). Glosario Lean Enterprise. Massachusetts Institute of Technology. Recuperado de https://ocw.mit.edu/courses/res-16-001-lean-enterprise-en-espanol-january-iap-2012/98b99bc1f738e6fec0f745be2d03667f_MITRES_16_001IAP12_Glosa.pdf
- Machuca, J. M. D. P. (2022). Impact of the application of lean manufacturing in sausage production line equipment in the food manufacturing industry in Metropolitan Lima. CRIS ULIMA. Recuperado de <https://cris.ulima.edu.pe/en/publications/impact-of-the-application-of-lean-manufacturing-in-sausage-produc>

ANEXOS

Anexo Fundamentación Teórica

La investigación se sustenta en estudios que abordan la mejora continua en talleres automotrices a través de herramientas como Lean Manufacturing, 5S y gestión de calidad.

Alsyouf (2006) explica cómo el TPM reduce costos de mantenimiento preventivo mediante un análisis económico (p. 347–354). Por su parte, Gómez & Rivera (2022) detallan la aplicación práctica del TPM en empresas carroceras (pp. 2–4).

La satisfacción del cliente es abordada por Al-Bourini et al. (2022), quienes analizan el impacto de la calidad del servicio posventa en el sector automotriz (p. 278). Cárdenas & Salazar (2022) profundizan en la percepción del cliente y su relación con los procesos de mantenimiento vehicular (pp. 48–50).

La gestión Lean es presentada por Rodríguez & Padilla (2020), quienes discuten el modelo de mejora continua (pp. 66–68), y por Santos et al. (2021), con la implementación del ciclo DMAIC (p. 4).

La metodología 5S se analiza con detalle en Romo Ruano (2020) (pp. 15–20), mientras que Marrero (2020) proporciona reflexiones críticas sobre su aplicación práctica.

Estas fuentes permiten estructurar un marco teórico robusto, alineado a los objetivos de optimización de procesos, eficiencia y calidad.

Anexo Materiales Y Métodos

Metodología aplicada: Investigación aplicada con enfoque cuantitativo y diseño cuasi-experimental. Se utiliza el ciclo DMAIC de Lean (Santos et al., 2021, p. 3) y herramientas 5S y TPM (Gómez & Rivera, 2022, pp. 3–4).

Equipos a utilizar: Cámara para registros visuales, formularios físicos de recolección de datos (ver aplicación en Morales & Trujillo, 2019, pp. 33–35).

Insumos a utilizar: Documentos internos del taller, hojas de inspección, guías técnicas del fabricante, datos históricos.

Variables que intervienen:

- Tiempos de reparación (Ramírez, 2021, pp. 45–46)
- Nivel de orden y limpieza (Romo Ruano, 2020, p. 18)
- Nivel de satisfacción (Cárdenas & Salazar, 2022, p. 49)

TECNICAS E INSTRUMENTOS

Técnica	Objetivo	Aplicación	Criterio	Instrumentos
Análisis documental	Recolectar información del área de mantenimiento	Base de datos del área de mantenimiento	Datos del 2023	Ficha de recolección de datos. Excel
Observación de campo	Analizar los procesos de mantenimiento.	Observación y registro del proceso de mantenimiento	Se realizó el análisis a 50 personas.	Ficha de observación. Excel

INEXISTENCIA DE INDICADORES

Mes	Semana	Actividad	Descripción	Responsable
Mes 1	1	Señal de Apertura	Introducción al cronograma, objetivos de la capacitación, presentación del equipo de trabajo.	Coordinadora General (María Quijpe)
		Conceptos Básicos de TPM	Capacitación sobre los fundamentos del TPM, sus pilares y beneficios.	Encargada de Mejoras Continuas (Ana Flores)
	2	Mantenimiento Autónomo	Introducción al mantenimiento autónomo, roles de los operadores y técnicos en el TPM.	Lider de Mantenimiento (Juan Ramos)
	3	Gestión de Equipos	Capacitación en gestión y optimización del uso de equipos, prácticas de mantenimiento preventivo.	Técnico Especialista TPM (Luis García)
	4	Evaluación y Retroalimentación	Evaluación del primer mes de capacitación, retroalimentación y ajustes necesarios.	Coordinadora General (María Quijpe)
Mes 2	1	Identificación de Fallas Comunes	Capacitación en técnicas para identificar y registrar fallas comunes en los equipos.	Técnico Especialista TPM (Luis García)
	2	Análisis de Causas Raíz	Metodologías para el análisis de causas raíz (Ishikawa) y su aplicación en el TPM.	Encargada de Mejoras Continuas (Ana Flores)
	3	Herramientas de Mejora Continua	Uso de herramientas: 5S, Kaizen y su integración en el TPM.	Encargada de Mejoras Continuas (Ana Flores)
	4	Taller Práctico de TPM	Taller práctico donde se aplican los conocimientos adquiridos en situaciones reales de mantenimiento dentro de la empresa.	Lider de Mantenimiento (Juan Ramos)
	1	Indicadores de Desempeño	Capacitación en la definición y monitoreo de KPIs específicos del TPM.	Responsable de Análisis de Datos (Silvia Martínez)
Mes 3	2	Seguridad en el Mantenimiento	Prácticas seguras en el mantenimiento, identificación y mitigación de riesgos.	Encargado de Seguridad TPM (Jorge Torres)
	3	Gestión de la Información	Capacitación en la documentación y gestión de la información de mantenimiento.	Responsable de Análisis de Datos (Silvia Martínez)
	4	Evaluación Final y Clausura	Evaluación final de la capacitación, retroalimentación y cierre del programa de capacitación.	Coordinadora General (María Quijpe)

Anexo Resultados Y Discusión

Datos primarios:. Encuestas a técnicos enderezadores y mecánicos con escala de Likert adaptada de Al-Bourini et al. (2022, p. 279).

Estadística descriptiva: Se presentan datos y se analizan los resultados encontrados para sugerir la implementación de mejoras. (Garcés Palacios, 2024, p. 38).

CAUSAS RAÍCES PRIORIZADAS

Causa Raíz	Descripción
Cr1	Falta de capacitación a los trabajadores
Cr3	Inexistencia de indicadores
Cr5	Falta de orden en la planta
Cr6	Excesivo tiempo perdido

HERRAMIENTAS DE MEJORA PROPUESTAS

Causa Raíz	Costo Inicial S/	Herramienta de Mejora
Cr1	30,679.69	Mantenimiento Productivo Total (TPM)
Cr3	77,854.32	Plan de mantenimiento preventivo
Cr5	29,102.40	Plan de mantenimiento preventivo
Cr6	38,511.36	5S
Total	176,147.76	

PLAN DE CAPACITACIÓN

Tema	Objetivo	Dirigido a
Importancia del uso de las EPP	Enseñar la importancia de los EPP en el desarrollo de las actividades en producción y mantenimiento en las máquinas, tomar precauciones para evitar accidentes.	Mantenimiento y producción
Personal de mantenimiento	Elaboración y mejora en el organigrama de mantenimiento, general y el manual de organización de divisiones de funciones.	Personal de mantenimiento
Elaboración de un plan de Mantenimiento	Elaborar un plan de mantenimiento productivo total en la línea de producción con respecto a las máquinas que participan en el proceso.	Personal de mantenimiento
Mejora continua de procesos	Diseñar y desarrollar planes estratégicos y operativos de manera efectiva.	Personal de mantenimiento
Eficiencia y responsabilidad en el desarrollo de actividades	Lograr el cumplimiento de las actividades en el tiempo indicado.	Mantenimiento y producción
Comunicación efectiva	Lograr escuchar y transmitir en forma clara los mensajes generando una buena vinculación con el equipo de trabajo.	Todo el personal de la empresa
Planificación y organización de actividades mediante el desarrollo del mantenimiento autónomo	Lograr establecer y organizar actividades dentro del área de trabajo de manera eficiente y a su vez, realizar mantenimientos diarios a cada máquina hecha por los mismos operarios a cargo del proceso, reduciendo así los tiempos muertos por averías constantes en equipos y máquinas.	Personal de mantenimiento
Manejo y solución de conflictos	Manejar los problemas y conflictos de forma flexible y creativa identificando en ellos oportunidades.	Todo el personal de la empresa
Liderazgo y supervisión de procesos	Planear el trabajo a realizar en equipo ejecutando las acciones necesarias para cumplir con los resultados esperados.	Personal de mantenimiento
Gestión y optimización de recursos	Lograr la optimización de los recursos de manera estratégica permitiendo con ello alcanzar mejores objetivos.	Personal de mantenimiento y producción

Aplicación de herramientas TPM para reducir costos de mantenimiento en empresas carroceras, Trujillo 2023

Cesar E SANTOS GONZALES

La Libertad-Universidad Privada del Norte
Trujillo, 13011, Perú

Aristides A. ARTEAGA SAONA

La Libertad-Universidad Privada del Norte
Trujillo, 13011, Perú

Carlos A. LOPEZ LULICHAC

La Libertad-Universidad Privada del Norte
Trujillo, 13011, Perú

RESUMEN: La presente investigación busca determinar en qué medida la aplicación de la herramienta TPM reducirá los costos de mantenimiento en una empresa carrocera, Trujillo 2023. Metodología de investigación fue aplicada con diseño propositivo y se recolectó información mediante observación, entrevista cerrada. Los instrumentos hoja de observación y revisión documentaria. Los resultados demostraron que la aplicación del TPM fue exitosa en términos de reducción de costos de mantenimiento, demostrado en el desarrollo del análisis económico, donde se obtuvo un TIR del 79%, confirmando así el impacto positivo en la optimización de los recursos y la mejora de la eficiencia operativa. En conclusión, la aplicación de un Mantenimiento Preventivo Total reduce los costos de mantenimiento en una empresa carrocera, proyectando una reducción de sus costos de mantenimiento estimado en S/ 93,246.45. basado en la disminución de los costos actuales a través de la aplicación de la presente investigación, generando un costo final mejorado de S/ 82,900.82.

Palabras Claves: Mantenimiento, capacitación, costos, TPM, herramientas.

Application of TPM tools to reduce maintenance costs in bodywork companies, Trujillo 2023

ABSTRACT: The present investigation seeks to determine to what extent the application of the TPM tool will reduce maintenance costs in a body company, Trujillo 2023. Research methodology was applied with a purposeful design and information was collected through observation and closed interviews. The observation sheet and documentary review instruments. The results demonstrated that the application of TPM was successful in terms of reducing maintenance costs, demonstrated in the development of economic analysis, where an IRR of 79% was obtained, thus confirming the positive impact on the optimization of resources and improvement of operational efficiency. In conclusion, the application of Total Preventive Maintenance reduces maintenance costs in a body company, projecting a reduction in its maintenance costs estimated at S/ 93,246.45. based on

the reduction of current costs through the application of this research, generating an improved final cost of S/ 82,900.82.

Keywords: Maintenance, training, costs, TPM, tools.

I. INTRODUCCIÓN

El sector metalmecánico, debido a su estrecha vinculación con diversas industrias, desempeña un papel crucial al suministrar bienes intermedios y finales de capital a sectores manufactureros, automotrices, agrícolas y mineros. La vitalidad de este sector se refleja de manera significativa en países con un desarrollo industrial avanzado, donde se observa un dinámico crecimiento del sector metalmecánico. Esta categoría abarca todos los aspectos relacionados con la industria metálica, englobando productos que experimentan diversas transformaciones para la producción de láminas, alambres y placas. Estos productos, a su vez, pueden ser procesados para obtener bienes finales de uso cotidiano o industrial, tales como cocinas, lavadoras, calderas, maquinaria pesada y hornos industriales, entre otros.

Entre las naciones líderes en la industria metalmecánica se encuentran Estados Unidos, Japón, China, Alemania y España, quienes mantienen filiales multinacionales en varias naciones, facilitando la importación de maquinarias y la implementación de tecnologías de vanguardia para un mayor desarrollo industrial [3].

La actividad económica de América Latina y el Caribe ingresó al tercer año de la pandemia de COVID-19 con expectativas positivas. Según el Fondo Monetario Internacional (FMI), se espera que el crecimiento del PBI sea del 3,5% en 2022, luego de un aumento del 6,9% en 2021. La recuperación debería avanzar lentamente en la región, principalmente debido a las incertidumbres sobre los bloques comerciales internacionales y políticas internas de recuperación industrial [1].

[1], indica que la producción latinoamericana de acero crudo estimó un incremento de 62,8 millones de ton. para el año 2022, siendo esta un 2.8% de la caída estimada de la producción entre los años 2022 – 2021.

[1], menciona que la consolidación del aumento del consumo de acero incluso a niveles previos a la pandemia, es una gran noticia para las regiones, esto significa que la economía de América Latina y los sectores demandantes del acero están en una recuperación sostenida lo que estimula crear cientos de miles de empleos en la cadena de valor. Asimismo, tenemos que seguir trabajando entre empresas, gobiernos y trabajadores en la estabilización del déficit comercial y entender hacia donde se está dirigiendo el mundo siderúrgico en materia de aranceles y regulaciones ambientales. Por lo que tenemos un sector siderúrgico innovador, productivo y eficiente lo que nos permite y obliga a ser protagonistas en las discusiones de esos temas relevantes [7].

La industria metalmeccánica aprovecha los productos obtenidos de los procesos metalúrgicos para fabricar partes y piezas de maquinarias y herramientas utilizadas para la utilización del propio sector además de industrias como construcción, minería, maderera, de papel, entre otros; asimismo, suele elaborar productos a medida y utiliza entre sus insumos productos de la siderurgia y derivados mediante transformaciones, reparaciones o ensamblaje; por ello, este sector está vinculado con actividades como la instalación y mantenimiento de estructuras y artefactos metálicos [6].

En el año 2020, esta rama industrial representó el 9.5% del Valor Agregado Bruto (VAB) de la industria manufacturera (60 855 millones de soles) y el 1.2% del Producto Bruto Interno (PBI) (486 737 millones de soles). Por su parte, el tejido empresarial metalmeccánico en el año 2020 constó de aproximadamente 54 930 empresas formales, de las cuales el 94.8% fueron microempresas, 4.7% pequeñas, 0.1% medianas y 0.4% grandes empresas. Es decir, el 99.6% correspondió a Mipymes, esto relacionado a que la industria metalmeccánica, por ser un sector con menor desarrollo, todavía no muestra condiciones favorables para el crecimiento sostenido de microempresas, además, que las grandes empresas concentran un mayor aporte productivo en el mercado. A nivel geográfico, para el año 2020 el 81.4% de empresas metalmeccánicas se concentró en diez regiones, de las cuales Lima representó la de mayor participación (46.3%), seguido de Arequipa (6.8%), La Libertad (4.6%), Callao (4.1%), Cusco (4.1%), Junín (3.7%), Piura (3.4%), Ancash (3.2%), San Martín (2.6%) y Lambayeque (2.6%) [6].

En resumen, las estructuras metálicas tienen una amplia variedad de tipos y usos. Cada tipo de estructura tiene sus propias características y ventajas, y se elige en función de la carga, la ubicación y otros factores. Las estructuras metálicas son populares debido a su resistencia, durabilidad y versatilidad en su diseño y construcción. Además, las estructuras metálicas se pueden prefabricar en un taller y luego ensamblar en el lugar de la construcción, lo que ahorra tiempo y dinero en el proceso de construcción [5].

Sin embargo, los desafíos asociados con los tipos de acero utilizados, sus propiedades mecánicas y los costos

asociados han creado una realidad problemática que requiere atención.

En el contexto actual, donde el acero es el material líder en la construcción, es esencial abordar estos desafíos para mejorar la eficiencia operativa en el área de mantenimiento de la empresa Carrocerías. Una preocupación fundamental radica en la necesidad de protección contra incendios en estructuras de acero. Aunque el acero no es un material combustible, su conductividad térmica requiere un análisis detallado de su comportamiento frente a altas temperaturas, como las generadas en un incendio. Tras el incidente en el World Trade Center de EE. UU., la normativa FEMA 403 ha instado a un examen exhaustivo de estructuras sometidas a temperaturas elevadas, derivando en normativas como ASTM E119 secciones 5,6,7, ASTM D 573, ASTM D 671-90, entre otras [4].

Este enfoque precautorio se vuelve imperativo no solo para la integridad de la estructura sino también para salvaguardar vidas en caso de un siniestro. La atención a los tipos de acero utilizados, sus propiedades mecánicas y los costos asociados no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también asegura el cumplimiento de normativas y estándares de seguridad, elementos cruciales en el ámbito de la construcción. Por lo tanto, proponer una reducción de costos operativos en el área de mantenimiento mediante la aplicación de la herramienta TPM se presenta como una solución estratégica para abordar estos desafíos de manera integral [4].

La presente investigación se llevó a cabo en la empresa carrocería Yovanny SAC dedicada a la fabricación de estructuras metálicas la cual se ubica en la zona industrial de Trujillo reveló una problemática sustancial vinculada a los elevados costos operativos, una consecuencia directa de la carencia de un plan de mantenimiento adecuado. Durante la entrevista con el gerente, se confirmó que la falta de mantenimiento en los equipos impacta negativamente en la rentabilidad de la empresa. Es por ello que se propone la implementación de un plan integral de mantenimiento basado en la metodología TPM (Total Productive Maintenance) como solución principal. Este enfoque busca optimizar la eficiencia operativa, reducir los costos asociados y mejorar la rentabilidad. Además, se pretende abordar la gestión de materiales, centrándose en la selección adecuada de tipos de acero y estrategias para mitigar los altos costos asociados.

II. METODOLOGÍA

La investigación es aplicada, que de acuerdo con [8], en base a investigación básica, pura o fundamental en las ciencias fácticas o formales se formulan problemas o hipótesis de trabajo para resolver los problemas de la vida productiva de la sociedad.

La investigación es propositiva, ya que según [10], está fundamentada en una necesidad o vacío dentro de una institución, para así plantear una propuesta una vez que se tome la información descrita. La población, indica [2],

que es un conjunto infinito o finito de sujetos con características similares o comunes entre sí, en esta investigación está conformada por los 50 trabajadores del área de mantenimiento de la empresa en mención, La muestra se puede definir como ese subgrupo de casos de una población en el cual se recolectan los datos.

En la Tabla I se describen las técnicas que fueron empleadas para lograr recolectar la información la cual fue importante para el diagnóstico inicial y posterior desarrollo de herramientas.

TABLA I
TECNICAS E INSTRUMENTOS

Técnica	Objetivo	Aplicación	Criterio	Instrumentos
Análisis documental	Recolectar información del área de mantenimiento	Base de datos del área de mantenimiento	Datos del 2023	Ficha de recolección de datos. Excel
Observación de campo	Analizar los procesos mantenimiento.	Observación y registro del proceso de mantenimiento	Se realizó el análisis a 50 personas.	Ficha de observación. Excel

Además, se utilizaron las herramientas diagrama Ishikawa y matriz de operacionalización de variables que mediante hojas de cálculo Excel, permitieron organizar todas las causas identificadas para tener un panorama real de las actividades y que se muestran en la Tabla II:

TABLA II
CAUSAS RAICES PRIORIZADAS

Causa Raíz	Descripción
Cr1	Falta de capacitación a los trabajadores
Cr3	Inexistencia de indicadores
Cr5	Falta de orden en la planta
Cr6	Excesivo tiempo perdido

Estas cuatro causas raíz priorizadas indican: la falta de capacitación a los trabajadores (Cr1), con un 14% del costo total con S/ 30,679.69; la inexistencia de indicadores (Cr3), que representa el 35% del costo total con S/ 77,854.38; la falta de orden en la planta (Cr5), con un 13% del costo total con 29,101.88; y el excesivo tiempo perdido en la gestión de materiales (Cr6), con un 17% del costo total con S/ 38,511.33.

Dado que estas causas tienen un impacto tan significativo, es crucial que la empresa centre sus esfuerzos y recursos en abordarlas. Para cada una de estas áreas, se deberían implementar medidas correctivas específicas. Por ejemplo, para mejorar la medición y el monitoreo, podría ser útil implementar sistemas de indicadores. Para optimizar la gestión de materiales, se podría revisar y mejorar los procesos de compra y almacenamiento. La capacitación y formación de los trabajadores también debería ser una prioridad, junto con la organización y limpieza en la planta.

III. RESULTADOS

Identificadas las causas raíz a solucionar, la Tabla III presenta la monetización inicial referida a los costos generados por falta de disponibilidad de unidades, así como las herramientas de mejora propuestas:

TABLA III
HERRAMIENTAS DE MEJORA PROPUESTAS

Causa Raíz	Costo Inicial S/	Herramienta de Mejora
Cr1	30,679.69	Mantenimiento Productivo Total (TPM)
Cr3	77,854.32	Plan de mantenimiento preventivo
Cr5	29,102.40	Plan de mantenimiento preventivo
Cr6	38,511.36	5S
Total	176,147.76	

CR1: Falta de capacitación a los trabajadores:

Se obtuvo información a través del análisis documental e informaciones relevantes proporcionada por la empresa mediante reportes, que se realizó para poder evaluar el rendimiento de los trabajadores, el número de unidades no producidas y el tiempo perdido por mantenimientos correctivos, además de la utilización de la técnica de observación tomando datos que ayuden al análisis.

TABLA IV
PLAN DE CAPACITACION

Tema	Objetivo	Dirigido a
Importancia del uso de los EPP	Enseñar la importancia de los EPP en el desarrollo de las actividades en producción y mantenimiento en las máquinas, tomar precauciones para evitar accidentes.	Mantenimiento y producción
Personal de mantenimiento	Elaboración y mejora en el organigrama de mantenimiento, general y el manual de organización de divisiones de funciones	Personal de mantenimiento
Elaboración de un plan de Mantenimiento	Elaborar un plan de mantenimiento productivo total en la línea de producción con respecto a las máquinas que participan en el proceso.	Personal de mantenimiento
Mejora continua de procesos	Diseñar y desarrollar planes estratégicos y operativos de manera efectiva.	Personal de mantenimiento
Eficiencia y responsabilidad en el desarrollo de actividades	Lograr el cumplimiento de las actividades en el tiempo indicado.	Mantenimiento y producción
Comunicación efectiva	Lograr escuchar y transmitir en forma clara los mensajes generando una buena sincronización con el equipo de trabajo.	Todo el personal de la empresa
Planificación y organización de actividades mediante el desarrollo del mantenimiento autónomo	Lograr establecer y organizar actividades dentro del área de trabajo de manera eficiente y a su vez, realizar mantenimientos diarios a cada máquinas hechas por los mismos operarios a cargo del puesto, reduciendo así los tiempos muertos por averías constantes en equipos y máquinas.	Personal de mantenimiento
Manejo y solución de conflictos	Manejar los problemas y conflictos de forma flexible y creativa identificando en ellos oportunidades.	Todo el personal de la empresa
Liderazgo y supervisión de procesos	Plantear el trabajo a realizar en equipo ejecutando las acciones necesarias para cumplir con los resultados esperados.	Personal de mantenimiento
Gestión y optimización de recursos	Lograr la optimización de los recursos de manera estratégica permitiendo con ello alcanzar mejores objetivos.	Personal de mantenimiento y producción

La Tabla IV muestra el detalle de los temas, objetivos y el personal al cual fue dirigido las capacitaciones. Se establecieron reuniones semanales para revisar el avance y asegurar que los objetivos establecidos se estén cumpliendo. Se utilizarán actas de capacitaciones para registrar la participación y el progreso.

Los responsables de cada capacitación deberán reportar cualquier incidencia y se ajustará el cronograma según sea necesario para garantizar el éxito de la implementación del TPM en la empresa carrocera.

Se realizó un análisis general por medio de los datos que nos proporcionó la empresa como el número de trabajadores en el área de mantenimiento, el sueldo promedio de cada uno de ellos, el monto total pagado en el área de mantenimiento, número de mantenimientos realizados al mes, los días laborables al mes que son 24 días/mes y nos informaron que trabajan con un turno de 8 horas/ día.

Se nos proporcionó también el valor de venta unitario, el porcentaje de utilidad y el número de unidades producidas por día, a la vez se halló el tiempo estándar por mantenimiento correctivo que fueron 1.56 horas/Mtto, información obtenida por la empresa, por lo tanto, con los números de mantenimiento realizados al mes que fueron 12 mantenimientos/mes se halló el tiempo total por mantenimiento correctivo que es de 18.7 horas/mes.

Por medio de las unidades producidas al mes, conociendo las horas laborables por día y el tiempo total por mantenimiento correctivo se halló las unidades no producidas, además se realizó el costo por tiempo de para por mantenimiento correctivo y a la vez las utilidades no percibidas por unidades no producidas. En conclusión, esto generó un costo total por falta de capacitación de S/ 2,556.64 soles al mes y S/ 30,679.68 soles al año.

CR3: Inexistencia de indicadores:

Para realizar la solución propuesta se consideró para esta causa, las pérdidas económicas que ascienden a S/ 6,487.86 soles mensuales ya que es la causa que mayor costo genera. Además cuenta con restricciones que para nuestro criterio son leves y trabajables como la inexistencia de un técnico especializado en el área de mantenimiento, Inexistencia de una planificación para el proceso de mantenimiento en las máquinas y la falta de presupuesto este último para nuestro criterio no repercute demasiado ya que el dinero utilizado para la dicha implementación se recupera debemos tomar en cuenta que no será un gasto si no una inversión cabe resaltar que para esta causa no se utilizará ningún estándar.

TABLA V
INEXISTENCIA DE INDICADORES

Cálculo de Pérdida			
Tpo. estándar por mantenimiento correctivo	1.56	hor/ mantto	
Tpo. total manttos correctivos	18.70	hor/ mes	
Costo por tpo. de para por mantto correct.	S/ 584.38	soles/ mes	
Und no producidas por para	58.4375	und / mes	
Utilidad no percibida por und no prod.	S/ 1,840.78	soles/ mes	
Costo total por inexistencia de indicadores	S/ 2,425.16	soles/ mes	

La Tabla V, muestra el valor de venta unitario, el porcentaje de utilidad y el número de unidades producidas por día, a la vez se halló el tiempo estándar por mantenimiento correctivo que fueron 1.56 horas/Mtto, información obtenida por la empresa, por lo tanto, con los números de mantenimiento realizados al mes que fueron 12 mantenimientos/mes se halló el tiempo total por mantenimiento correctivo que es de 18.7 horas/mes.

Por medio de las unidades producidas al mes, conociendo las horas laborables por día y el tiempo total por mantenimiento correctivo se halló las unidades no producidas, además se realizó el costo por tiempo de para por mantenimiento correctivo y a la vez las utilidades no percibidas por unidades no producidas. En conclusión, esto generó un costo total por falta de capacitación de S/ 2,556.64 soles al mes y S/ 30,679.68 soles al año.

TABLA VI
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Mes	Semana	Actividad	Descripción	Responsable
Mes 1	1	Sesión de Apertura	Introducción al cronograma, objetivos de la capacitación, presentación del equipo de trabajo.	Coordinadora General (María Quispe)
	1	Conceptos Básicos de TPM	Capacitación sobre los fundamentos del TPM, sus pilares y beneficios.	Encargada de Mejoras Continuas (Ana Flores)
	2	Mantenimiento Autónomo	Introducción al mantenimiento autónomo, roles de los operadores y técnicos en el TPM.	Líder de Mantenimiento (Juan Ramos)
	3	Gestión de Equipos	Capacitación en gestión y optimización del uso de equipos, prácticas de mantenimiento preventivo.	Técnico Especialista TPM (Luis García)
Mes 2	4	Evaluación y Retroalimentación	Evaluación del primer mes de capacitación, retroalimentación y ajustes necesarios.	Coordinadora General (María Quispe)
	1	Identificación de Fallas Comunes	Capacitación en técnicas para identificar y registrar fallas comunes en los equipos.	Técnico Especialista TPM (Luis García)
	2	Análisis de Causas Raíz	Metodologías para el análisis de causas raíz (RCA) y su aplicación en el TPM.	Encargada de Mejoras Continuas (Ana Flores)
	3	Herramientas de Mejora Continua	Uso de herramientas: 5S, Kaizen y su integración en el TPM.	Encargada de Mejoras Continuas (Ana Flores)
Mes 3	4	Taller Práctico de TPM	Taller práctico donde se aplican los conocimientos adquiridos en situaciones reales de mantenimiento dentro de la empresa.	Líder de Mantenimiento (Juan Ramos)
	1	Indicadores de Desempeño	Capacitación en la definición y monitoreo de KPIs específicos del TPM.	Responsable de Análisis de Datos (Silvia Martínez)
	2	Seguridad en el Mantenimiento	Prácticas seguras en el mantenimiento, identificación y mitigación de riesgos.	Encargado de Seguridad TPM (Jorge Torres)
	3	Gestión de la Información	Capacitación en la documentación y gestión de la información de mantenimiento.	Responsable de Análisis de Datos (Silvia Martínez)
Mes 3	4	Evaluación Final y Clausura	Evaluación final de la capacitación, retroalimentación y cierre del programa de capacitación.	Coordinadora General (María Quispe)

La Tabla VI muestra el cronograma del plan de mantenimiento preventivo, diseñado para asegurar que todos los miembros del equipo de trabajo comprendan y apliquen de manera efectiva las prácticas del TPM, lo cual contribuirá a la reducción de costos operativos y a la mejora de la eficiencia en la empresa carrocera.

CR5: Falta de orden en la planta:

Se realizó la solución propuesta de esta causa ya que es una de las que obtiene pérdidas económicas moderadas de S/ 2,425.16 soles mensuales. Además, cuenta con restricciones que para nuestro criterio son leves y trabajables como el enfoque tradicional a las máquinas, no cuentan específicamente normas y políticas de la empresa y por último no existe un presupuesto destinado para capacitar y elaborar programas de mantenimiento. Este último para nuestro criterio no repercute demasiado ya que el dinero utilizado para la dicha implementación se recupera, considerando que no será un gasto si no una inversión. La empresa indica que para realizar mantenimiento preventivo para las máquinas: prensa hidráulica y tronzadora debería tomarse un tiempo de 25 y 40 minutos respectivamente.

TABLA VII
FALTA DE ORDEN EN LA PLANTA

Causa	Falta de orden en la planta	
Evidencia	Fotos	
Datos Generales		
# act realizadas / día	20	activ. /día
hor. laborables / día	8	horas/día
productividad (act/h)	2.5	activ/hor
costo de mano de obra	1200	soles
días laborables por mes	24	días
costo de mano de obra porhora	6.25	soles/hora
Datos de la Empresa		
producción mensual	600	unidades
precio de venta	70	soles
Cálculo		
costo mantenimiento mensual	reducción x 5s	reducción no percibida
s/ 6,487.86	14.00%	s/ 908.30
tiempo operativo	c. operativo	tiempo - 10 %
(hr/mes)		por mejora
18.70	s/ 2,556.64	16.83
		s/ 2,309.98
Costo total de la pérdida		s/ 3,209.28

La Tabla VII muestra el resultado de la recopilación de información por medio de los datos proporcionados por la empresa, como el número de actividades realizadas por día en planta, horas laborables por día, se halló la productividad de las actividades por hora, se halló la mano de obra en soles, y los días laborables al mes que son 24 días/mes.

Conociendo el número de mantenimientos realizados por mes y el tiempo estándar por mantenimiento correctivo se halló el tiempo total de mantenimiento correctivos que es de 18.7 horas/mes, nuestros costos operativos de S/ 2.556.64 soles obtenidos por los costos por tiempo de mantenimiento correctivo más la utilidad no percibida por unidades no producidas, y aplicándolo la referencia se obtiene un nuevo tiempo operativo de 16.83 esto nos

generaría un nuevo costo operativo de S/ 2.300.98 soles. En conclusión, esto nos generó un costo total de S/ 3,209.28 soles al mes y S/ 38,511.36 soles al año.

TABLA VII
MEJORA DE LA FALTA DE ORDEN EN LA PLANTA

Causa	Falta de orden en la planta	
Evidencia	Fotos	
Datos Generales		
# act realizadas / día	20	activ. /día
hor. laborables / día	8	horas/día
productividad (act/h)	2.5	activ/hor
costo de mano de obra	1200	soles
días laborables por mes	24	días
costo de mano de obra porhora	6.25	soles/hora
Datos de la Empresa		
producción mensual	600	unidades
precio de venta	70	soles
Cálculo		
costo mantenimiento mensual	reducción x 5s	reducción no percibida
s/ 6,487.86	14.00%	s/ 908.30
tiempo operativo	c. operativo	tiempo - 10 %
(hr/mes)		por mejora
6.35	s/ 986.45	5.7105
		s/ 887.80
Costo total de la pérdida		s/ 1.796.11

En la Tabla VII se observa que después de la aplicación de la metodología 5 S en nuestra primera causa nos generó una reducción de tiempos de 1.3 Hr. en la línea de producción con respecto a las maquinarias que participan en dicho proceso, resultando satisfactoriamente dicha metodología, disminuyendo sus costos después de su implementación en S/ 1,796.11 soles al mes y al año S/ 21,553.32 soles.

CR6: Excesivo tiempo perdido

Esta causa genera pérdidas económicas de S/ 3,209.28 soles mensuales. Para esta causa se utilizó el siguiente estándar CCS (Consejo Colombiano de Seguridad) para el aprovechamiento de espacio.

Con la implementación de la metodología 5s se logró disminuir el tiempo de producción y mantenimiento en la línea de proceso en 1.3 Hr / día, gracias al compromiso del personal de trabajo que hicieron el esfuerzo para realizar dicha implementación; de esta manera se logró reducir el costo total mensual a 1,796.11 soles.

Se realizó la evaluación del impacto económico de la propuesta y los costos de la empresa carrocera, determinándose los siguientes indicadores económicos:

TABLA VIII
INDICADORES ECONOMICOS

Indicador	Monto
VAN	S/ 144,728.67
TIR	79%
Beneficio	S/ 198,885.67
Costo	S/ 54,157.00
B/C	S/ 3.67

La Tabla VIII muestra el resumen de los indicadores económicos como el TIR que es del 79%. lo significa que

la tasa de rendimiento de la inversión es del 79%. Es decir, el proyecto genera un retorno del 79% sobre la inversión inicial de S/ 54,157.00. Un TIR del 79% es considerado alto y generalmente indica que el proyecto es económicamente atractivo. Cuanto mayor sea el TIR, más rentable será el proyecto.

El VAN, es de S/ 144,728.67, lo cual representa el valor presente de los flujos de efectivo futuros del proyecto, descontados a una tasa de descuento (TMAR) del 20%. Un VAN positivo indica que el proyecto generará un valor adicional al valor de la inversión inicial. En este caso, el VAN positivo sugiere que el proyecto es rentable. El beneficio total del proyecto es de S/ 198,885.67. Este valor representa el beneficio neto que se espera obtener del proyecto después de considerar todos los costos, gastos, impuestos y depreciación. El beneficio positivo indica que el proyecto generará ingresos que superarán los costos y gastos asociados, lo que es una señal positiva. El B/C, es de S/ 3.67. El B/C es una relación que compara el beneficio total del proyecto con el costo total. Un B/C de 3.67 indica que, por cada sol invertido, se obtienen S/ 3.67 de beneficio. Un B/C mayor a 1 sugiere que el proyecto es rentable. Cuanto mayor sea el B/C, más rentable será el proyecto.

Los ahorros proyectados representan los beneficios económicos esperados como resultado de la reducción de costos. Son de suma importancia ya que reflejan el impacto económico directo de la implementación del plan de acción. En este escenario, los ahorros aumentan gradualmente con el tiempo, lo que indica una mejora continua en la eficiencia operativa y la rentabilidad de la empresa.

Los costos operacionales muestran los gastos asociados con la operación y mantenimiento del negocio. La reducción de estos costos es uno de los objetivos principales del proyecto. Se observa una disminución significativa en los costos operacionales en cada período proyectado, lo que sugiere que la implementación de la estrategia de reducción de costos está siendo efectiva y generando resultados positivos.

En conjunto, el análisis del flujo de caja proyectado proporciona una evaluación integral de la viabilidad económica del proyecto de reducción de costos. Muestra cómo se espera que los ingresos y gastos evolucionen a lo largo del tiempo, permitiendo a los gerentes tomar decisiones informadas sobre la implementación y gestión del proyecto.

IV. DISCUSIONES

La aplicación del mantenimiento productivo total en la empresa carrocera, ha generado resultados significativos, reflejados en una notable reducción del 53% en los costos operativos, pasando de S/ 176,147.76 a S/ 82,900.82. Este ahorro sustancial que asciende a S/ 90,081.86, ha sido fundamental para demostrar el impacto positivo de la estrategia propuesta. Los hallazgos obtenidos en este estudio guardan similitudes con los resultados de

investigaciones anteriores, [9], indica que en los resultados se identificaron problemas relacionados a la producción; específicamente, al elevado porcentaje de capacidad ociosa que era generado por las excesivas paradas no planificadas, en donde el 41% eran atribuidas a las averías en las máquinas y el 35% a las paradas menores, lo cual significó una disponibilidad de 84.03% en éstas; concluyéndose que, la aplicación de la técnica logró reducir la tasa de capacidad ociosa de 33.86% a 27.63% y alcanzó la mejora en producción, ya que el tiempo promedio de producción de un tanque se redujo en 2.37 minutos, lo cual permitió que se produzcan 2 tanques más por día.

Esta estrategia permitió reducir la tasa de capacidad ociosa y mejorar la eficiencia en la producción, como se evidenció en la disminución del tiempo promedio de producción por unidad.

Se diagnosticó una reducción con respecto a la cantidad de averías por mantenimiento correctivo de 144 a 72 con un total de 237.6 a 110.88 horas. Por otra parte, el plan de capacitación propuesto permitirá reducir las fallas atendidas de 67% a un 33% reduciendo las pérdidas por falta de capacitación de S/30,679.68 a S/11,837.39. A la vez Cabe mencionar que con la ayuda de programas de capacitación y con la aplicación del pilar de mantenimiento de calidad se espera una reducción en procedimiento procesos estandarizados de 84 % a un 16% que en términos de costos es de S/ 29,102.40 a S/ 5,700. Además, se aplicó el desarrollo del plan de mantenimiento total tomando como base el pilar de mantenimiento planificado que permitirá bajar las averías constantes en máquinas reduciendo una pérdida anual de S/ 77,854.320 a S/ 43,810.17, además se desarrolló la metodología 5S teniendo una evaluación actual del 50 % de cumplimiento la cual se ve reflejada positivamente después de su aplicación a través de la evaluación en un 100% de cumplimiento y obteniendo un beneficio costo del 3.67 y un TIR del 79%.

Además, se llevó a cabo un análisis económico detallado que abarcó los costos actuales y proyectados asociados a cada proceso identificado en el diagnóstico inicial y para evaluar la viabilidad económica del proyecto, se calcularon indicadores clave como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Beneficio-Costo (B/C) y el Período de Recuperación de la Inversión (PRI). Estos indicadores proporcionan una visión integral de la rentabilidad y la factibilidad del proyecto a largo plazo. En este caso, el VAN se estimó en S/ 64,689.31, la TIR en 79%, el B/C en 3.67 y el PRI en 0.46 años (equivalente a 5 meses y 21 días). Estos resultados demuestran la viabilidad económica del proyecto y respaldan la eficacia de las acciones implementadas en la empresa carrocera, logrando reducir los costos operativos y mejorar su eficiencia.

Además, al comparar nuestros resultados con los de otros estudios presentados por diversos autores, se observa una tendencia similar en la efectividad de las estrategias de reducción de costos. Todos los estudios mencionados lograron reducir sus costos operativos de manera considerable y obtuvieron un análisis económico positivo, con un TIR no menor al 50%. Esta convergencia de

resultados refuerza la validez y la pertinencia de las estrategias de mejora implementadas en distintos contextos empresariales.

V. CONCLUSIONES

La implementación de la herramienta TPM en la empresa carrocera en estudio, ha demostrado ser efectiva en la reducción de costos de mantenimiento. Como resultado, se logró una reducción del 53% en los costos operativos totales, pasando de S/ 176,147.76 a S/ 82,900.82, lo que representa un ahorro sustancial para la empresa.

La realización del diagnóstico inicial permitió identificar de manera precisa las principales causas que impactaron sobre los costos de mantenimiento. Se detectaron áreas de mejora relacionadas con la falta de capacitación del personal, averías constantes en la maquinaria, falta de procedimientos estandarizados y desorden en la planta. Estos hallazgos proporcionaron una base sólida para desarrollar propuestas de mejoras específicas y direccionadas, lo que contribuyó al logro del objetivo general de reducir los costos operativos mediante la propuesta de implementación de la herramienta TPM, obteniendo un significativo en la reducción del 53% en los costos operativos, pasando de S/ 176,147.76 a S/ 82,900.82. esta reducción sustancial demuestra la efectividad de las acciones implementadas.

El análisis económico realizado evidenció la viabilidad y el impacto positivo de la propuesta de reducción de costos mediante la implementación de TPM en la empresa carrocera. Se identificaron los costos actuales asociados a cada proceso y se proyectaron los costos después de las mejoras propuestas. Además, se calcularon indicadores económicos clave como el VAN, la TIR, el B/C y el PRI para evaluar la rentabilidad y la factibilidad del proyecto a largo plazo. Los resultados mostraron que la implementación de TPM generaría un ahorro significativo en los costos operativos y proporcionaría un retorno financiero sólido, respaldando así la viabilidad y eficacia de la estrategia propuesta para la empresa.

Como resultado, se observó un incremento del VAN en un 45% y una mejora en la TIR del 30%, lo que demuestra la superioridad de esta estrategia en comparación con otras alternativas de reducción de costos de mantenimiento.

VI. REFERENCIAS

- [1] Alacero. América Latina en Cifras 2022. 2022. https://cms.alacero.org/uploads/Alacero_America_la_tina_en_cifras_Espanhol_47683530c0.pdf
- [2] Arispe, C. Yangali, J. Guerrero, M. Lozada, O. Acuña, L. Y Arellano, C. La investigación científica. Una aproximación para los estudios de posgrado. Primera edición. Universidad Internacional de Ecuador. (2020). <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4310/1/LA%20INVESTIGACI%c3%93N%20CIENT%3%8dFICA.pdf>
- [3] Cámara Comercio. Metalmecánica es clave para el desarrollo. 2019. https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/pa/r/r874_3/comercio%20exterior.pdf.
- [4] Guamanquispe, F. Caracterización de elementos estructurales de acero que hayan sido expuestos a diferentes tiempos y temperaturas debido a un incendio. [Tesis de grado] Universidad Técnica de Ambato. 2022. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34735/1/Maestr%C3%ADa%20E.M.%2002%20-%20Guamanquispe%20Vaca%20Fernanda%20Patricia%20Maestria%20IC-signed-signed-signed-signed%20%281%29.pdf>
- [5] Ingenium. Estructuras metálicas: Lo que necesitas saber. 2023. <https://ingenium.edu.pe/blog/construccion/que-son-las-estructuras-metalicas-lo-que-necesitas-saber/>
- [6] Ministerio de la producción. 2022 Enero: Reporte de producción manufacturera. 2022. <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oe-documentos-publicaciones/boletines-industria-manufacturera/item/1028-2022-enero-report-de-produccion-manufacturera>
- [7] Nutec América. El consumo de acero en América Latina ya es 16% más alto que en la pre-pandemia. 2021. <https://nutecamerica.com/el-consumo-de-acero-en-america-latina-ya-es-16-mas-alto-que-en-la-pre-pandemia/Inei>.
- [8] Ñaupas, H. Metodología de la investigación cualitativa -cuantitativa y Redacción de la Tesis. Ediciones de la U. 2018.
- [9] Rojas, K. Salas, A. (2022). Propuesta de mejora del sistema de gestión de mantenimiento basada en la metodología TPM con el fin de reducir la capacidad ociosa en una empresa del sector metalmecánico. [Tesis de grado]. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/661044/Rojas_CK.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- [10] Rondan, L. Diseño de un sistema de gestión de la calidad para la empresa Luguensi E.I.R.L. Universidad San Pedro - Repositorio Institucional. 2020. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPE/DRO/14224>