UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Propuesta de mejora del OTIF en el proceso de entrega de vehículos pesados en una empresa usando Lean Manufacturing

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR(ES)

Linarez Ibarra, Angelit 0009-0005-0835-5396

ASESOR(ES)

Bermudez Sanabria, Pedro Martin 0000-0002-4654-9213

Lima, 18 de noviembre del 2024

Dedicatoria

Dedico este logro a Dios por sus bendiciones a mi vida y a mi querida mami que son apoyo constante ha sido pieza fundamental en este proceso y logro.

Angelit Linarez Ibarra

Agradecimientos

Agradezco a los grandes maestros y asesores, que han contribuido con sus enseñanzas e investigación en la realización de este proyecto.

A mi universidad, mi querida alma mater, que con sus directrices forman grandes profesionales.

A mi mamá y a mis grandes amigos que me han apoyado en cada etapa para lograr mis metas.

Resumen

El sector servicios es uno de los principales impulsadores de la economía mundial y nacional y ha experimentado un crecimiento debido a la participación de nuevas empresas en este rubro. En la economía peruana, las empresas prestadoras de servicios, de acuerdo a las últimas evaluaciones realizadas por el INEI, han registrado un aumento de 4,27 % con respecto al año anterior. Dentro de este escenario favorable, el presente trabajo de suficiencia profesional abordará el modelo de solución del problema de una empresa prestadora de servicios de alquiler de vehículos pesado. Este modelo integra tres herramientas del Lean Manufacturing. Como resultado principal se logró del aumento del OTIF a un 95 %.

Palabras clave: [Lean Manufacturing, OTIF, 5S, Mantenimiento Autónomo, SMED]

[Proposal to improve the OTIF in the delivery process of heavy vehicles in a company using Lean Manufacturing]

Abstract

The service sector is one of the main drivers of the global and national economy and has experienced growth due to the participation of new companies in this area. In the Peruvian economy, service providing companies, according to the latest evaluations carried out by the INEI, have registered an increase of 4.27% compared to Pthe previous year. Within this favorable scenario, this professional proficiency work will address the problem solution model of a company that provides heavy vehicle rental services. This model integrates three Lean Manufacturing tools. The main result is the achievement of increasing OTIF to 95%.

Keywords: [Lean manufacturing, 5S, OTIF]

Trabajo_46638323.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	7%	2%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	revistas.ceipa.edu.co Fuente de Internet	2%
3	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	1%
4	www.fepai.org.ar Fuente de Internet	1%
5	DE LA CRUZ VALENCIA ERICK ARTURO. "Informe de Gestión Ambiental del Proyecto Denominado Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua de Riego Tecnificado en los Sectores de Llaqtaorcco, Puchusa, Sacsahuani, Tohuaya, Ocramayo, Teneria, Accoycho y Queshuai-IGA0013820", R.D.G. N° 440-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAA, 2021 Publicación	<1%
6	polodelconocimiento.com Fuente de Internet	<1%

Tabla de contenido

1. Capitulo I. Antecedentes del proyecto 1

1.1 Antecedentes 1

1.2 Marco Teórico 2

OTIF (On Time in Full) 2

Lean Manufacturing 3

Mantenimiento productivo total 3

Pilar Mantenimiento Autónomo 4

5S 5

Outsourcing 6

2. Capítulo II – Problemática de la organización 7

2.1 Descripción de la organización 7

2.2 Identificación del problema 8

2.3 Análisis de las causas 10

2.4 Planteamiento de Objetivos 13

2.4.1 Objetivo General 13

2.4.2 Objetivos Específicos 13

3. Capítulo III - Propuesta de mejora 15

3.1 Vinculación de causa con la solución 15

3.2 Vinculación de causa con la solución 16

3.3 Diseño de indicadores 23

3.4 Consideraciones para la implementación 23

3.4.1 Presupuesto de la solución: Gestión de recursos. 24

3.4.2 Cronograma de desarrollo: Gestión del tiempo. 25

Capítulo IV – Resultados del Proyecto 26

4.1 Validación funcional 26

4.2 Evaluación del impacto económico 30

4.3 Evaluación de impactos no económicos 31

5. Capítulo V - Conclusiones y Recomendaciones 32

Lista de Tablas

Tabla 1 *Brecha técnica actual del proyecto en estudio* 9
Tabla 2 *Impacto Económico de costo de oportunidad* 10
Tabla 3 *Incidentes por alto tiempo de actividades* 11
Tabla 4 *Incidentes por alto tiempo de actividades* 11
Tabla 5 *Incidentes por falta de ajuste* 12
Tabla 6 *Incidentes por desorden de taller* 12
Tabla 7 *Presupuesto* 24

Lista de Figuras

Figura 1 *Evolución Mensual de la Producción del Sector Servicios (2022-2024)* 1
Figura 2 *Productos principales de la empresa* 7
Figura 3 *Mapa de procesos de la empresa* 8
Figura 4 *Evolución del OTIF en el 2023* 8
Figura 5 *Evolución de OTIF hasta el presente año 2024* 9
Figura 6 *Pareto de Primer Nivel* 10
Figura 7 *Árbol de problemas* 13
Figura 8 *Diagrana de objetivos* 14
Figura 9 *Propuesta de vinculación con solución* 15
Figura 10 *Tarjeta 5S Clasificación* 16
Figura 11 *Auditoría 5S* 18
Figura 12 *Modelo propuesto* 18
Figura 13 *Altos tiempos identificados* 19
Figura 14 *Separación de actividades* 20
Figura 15 *DAP Actual* 21
Figura 16 *Propuesta de Modelo de implementación Mto autónomo* 22
Figura 17 *Propuesta de Modelo de implementación Mto autónomo* 22
Figura 18 *Indicadores propuestos* 23
Figura 19 *Cronograma propuesto* 25
Figura 20 *Auditorías finales del proyecto en la herramienta* 5S 26
Figura 21 *Optimización de espacio y orden* 27
Figura 22 *Altos tiempo en el proceso* 27
Figura 23 *Optimización de actividades actuales del proyecto* 28
Figura 24 *Listado de inspección de mantenimiento autónomo* 29
Figura 25 *Resultados finales de indicadores en validación* 29
Figura 26 Flujo de caja 30
Figura 27 *Matriz Leopold* 31

1. Capitulo I. Antecedentes del proyecto

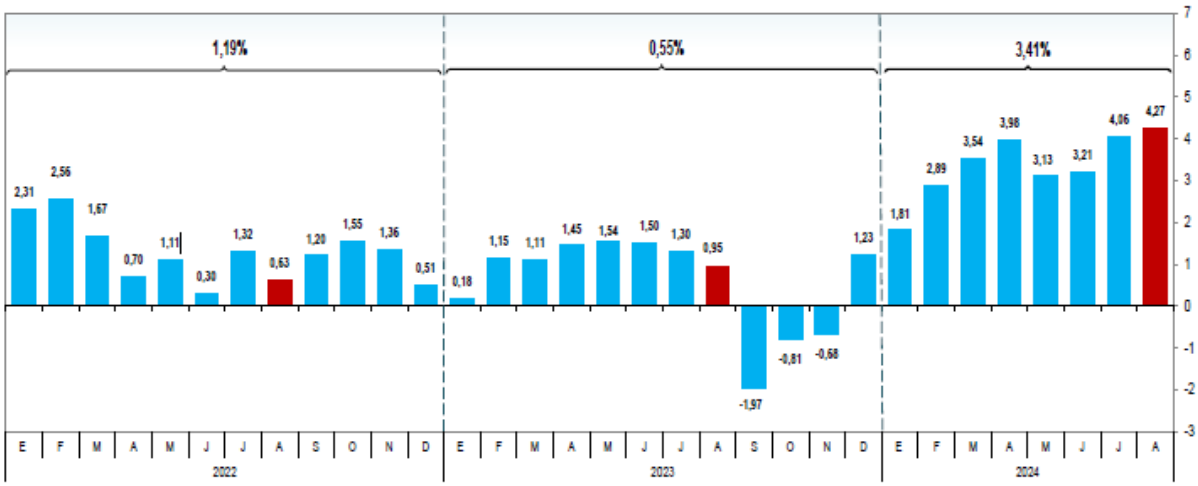
1.1 Antecedentes

El sector servicios es uno de los pilares de la economía mundial; por ello su productividad es cada vez más importante para promover el crecimiento de las economías de países desarrollados y emergentes. En promedio, el sector servicios representa más del 60% del empleo total en América Latina (BID, 2024).

En el Perú, en agosto del 2024, el sector servicios prestados a empresas registró un aumento de 4,27%, respecto a similar mes del año anterior, explicado por la evolución positiva de sus cuatro componentes: actividades profesionales, científicas y técnicas, agencias de viajes y operadores turísticos, actividades de servicios administrativos y de apoyo y publicidad e investigación de mercados (INEI, 2024). Como se observa en la Figura N°1 este sector ha experimentado un crecimiento durante los últimos tres años.

Figura 1

Evolución Mensual de la Producción del Sector Servicios (2022-2024)



Nota. Adaptada de Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

Con respecto a las actividades de servicios administrativos y de apoyo, este tuvo un crecimiento del 2,17 % debido al incremento del alquiler y arrendamiento operativo de otros tipos de maquinaria, equipos y bienes tangibles por el inicio de proyectos, contratos de arrendamiento de maquinaria pesada y equipos para construcción (INEI, 2024).

Si bien la importancia de este sector ha ido en aumento, la tasa de crecimiento de su productividad ha sido sistemáticamente más baja tanto respecto de la manufactura como en

particular respecto a sectores intensivos en recursos naturales. Por ello la importancia de encontrar soluciones y la aplicar herramientas que generen un impacto económico positivo a las empresas este rubro.

1.2 Marco Teórico

OTIF (On Time in Full)

El concepto de OTIF (On Time In Full) se ha consolidado como un indicador crucial en la gestión de la cadena de suministro y en las operaciones Lean Manufacturing. En 2023, las organizaciones han adoptado OTIF como una métrica esencial para medir el nivel de servicio y la eficiencia operativa, ya que combina dos factores clave: la entrega puntual y en su totalidad. Este indicador es particularmente valioso en la mejora continua, ya que permite identificar ineficiencias en la cadena logística y reducir el desperdicio al optimizar tanto la puntualidad como la completitud de los envíos (Stevenson, 2023). Su implementación fomenta una mayor visibilidad de los procesos y ayuda a las empresas a adaptarse rápidamente a fluctuaciones de demanda y cambios en los mercados globales.

En el marco de Lean Manufacturing, OTIF también está vinculado a la optimización del flujo de trabajo, lo que permite a las organizaciones mejorar la precisión de sus pronósticos y reducir los tiempos de respuesta en la producción y entrega. El enfoque en OTIF no solo garantiza la satisfacción del cliente, sino que también ayuda a reducir los costos asociados con entregas incompletas o retrasadas. Según un estudio reciente, las empresas que logran un alto porcentaje de OTIF suelen experimentar mejoras significativas en la eficiencia general y la lealtad del cliente, ya que logran cumplir consistentemente con las expectativas de entrega y calidad (Jones & Williams, 2022). OTIF = Pedidos cumplidos/mes / Pedidos totales/mes

Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es una estrategia clave en la gestión de operaciones modernas que, entre 2022 y 2024, ha seguido evolucionando para adaptarse a los cambios en la industria global. El enfoque principal de Lean sigue siendo la eliminación de desperdicios (*muda*), optimización de procesos y creación de valor para el cliente a través de la mejora continua (*kaizen*). Según estudios recientes, la implementación de Lean en la era pospandemia ha permitido a muchas empresas mejorar su resiliencia ante interrupciones en la cadena de suministro, reducir los tiempos de espera y aumentar la eficiencia operativa, todo esto mientras minimizan los costos y aumentan la flexibilidad en la producción (Smith & Johnson, 2023). Las empresas que han adoptado Lean con éxito han reportado una reducción significativa en los inventarios y mejoras en la velocidad de respuesta a la demanda del mercado.

Además, en este período, Lean Manufacturing ha demostrado ser particularmente relevante en sectores como la industria automotriz y electrónica, donde la presión para mejorar la eficiencia es constante. En 2023, la metodología Lean se ha combinado con avances tecnológicos, como la automatización y el análisis de datos, para facilitar una toma de decisiones más rápida y precisa en tiempo real. Esto ha permitido una integración más efectiva entre las fases de producción y logística, reduciendo tanto los tiempos de ciclo como los errores en la producción (García & Lee, 2022). El uso de herramientas como *Just-in-Time* y *5S* sigue siendo fundamental en la implementación de Lean, asegurando que los procesos operativos sean ágiles y sin desperdicios.

Mantenimiento productivo total

El **Mantenimiento Productivo Total (TPM)** es una metodología utilizada en la gestión de operaciones para mejorar la eficiencia de las máquinas y equipos mediante la

participación de todos los empleados en el mantenimiento preventivo. En el periodo 2022-2024, la implementación de TPM ha sido clave para reducir el tiempo de inactividad no planificado y mejorar la disponibilidad operativa en las plantas de fabricación. Este enfoque busca maximizar el rendimiento de los equipos a través de estrategias como la implementación de *autonomía de los operadores* , en la que los trabajadores realizan tareas básicas de mantenimiento, lo que reduce la dependencia de técnicos especializados y mejora la vida útil de los equipos (Miller y Lee, 2023). Además, TPM también se ha demostrado eficaz en la disminución de fallas repetitivas y en la mejora de la seguridad en el trabajo, contribuyendo a un entorno de producción más eficiente y sostenible.

Entre los avances recientes de TPM, destaca su integración con tecnologías de la Industria 4.0, como el uso de sensores para el monitoreo en tiempo real de las condiciones de los equipos. Esto ha permitido una mejora significativa en el mantenimiento predictivo, donde se pueden anticipar fallos antes de que ocurran y programar intervenciones más eficientes. Según un estudio reciente, las empresas que han implementado TPM con estas nuevas tecnologías han observado una mejora del 15% en la eficiencia global de los equipos (OEE) y una reducción del 20% en los costos de mantenimiento para 2023 (Anderson et al. , 2022). Esto ha posicionado a TPM como una herramienta fundamental para la competitividad en industrias como la automotriz, farmacéutica y alimentaria.

Pilar Mantenimiento Autónomo

El Mantenimiento Autónomo es una estrategia crítica en el marco del Mantenimiento Productivo Total (TPM), diseñada para capacitar a los operadores de equipos en la realización de tareas básicas de mantenimiento. Este enfoque promueve la participación activa de los operadores en la preservación y mejora continua del estado de los equipos, permitiendo la realización de actividades como la limpieza, la inspección y el ajuste de las máquinas (González & Pérez, 2022). De acuerdo con el estudio de González y Pérez (2022),

la implementación efectiva del Mantenimiento Autónomo puede llevar a una disminución significativa en los tiempos de inactividad y una mayor estabilidad en la producción, al asegurar que los operadores puedan detectar y solucionar problemas antes de que escalan.

Asimismo, el Mantenimiento Autónomo contribuye a una mayor eficiencia operativa al reducir la necesidad de intervenciones de mantenimiento por parte del personal especializado (Morris et al., 2023). Esta reducción en la dependencia de técnicos externos no solo optimiza el uso de recursos, sino que también permite a las empresas responder más ágilmente a los problemas operativos, mejorando así la continuidad del proceso productivo y la calidad del producto final (Morris et al., 2023). Según Morris et al. (2023), la integración de prácticas de mantenimiento autónomo en los procesos de producción puede resultar en una mayor efectividad general, lo que se traduce en una ventaja competitiva significativa para las organizaciones que buscan optimizar sus operaciones.

5S

El sistema 5S es una metodología de gestión de calidad que se enfoca en mejorar la organización y la eficiencia en el entorno laboral mediante cinco pasos fundamentales: Seiri (clasificar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke. (sostener) (Kobayashi y Tanaka, 2021). Este enfoque sistemático no solo optimiza el uso del espacio y los recursos, sino que también promueve un entorno de trabajo más seguro y eficiente (Kobayashi & Tanaka, 2021). Según Kobayashi y Tanaka (2021), la implementación de 5S ayuda a reducir el tiempo perdido en la búsqueda de herramientas y materiales, lo que se traduce en una mejora significativa en la productividad y la calidad del trabajo.

Además, la aplicación de la metodología 5S ha demostrado ser un factor clave en la mejora continua dentro de las organizaciones, al fomentar la disciplina y el compromiso de los empleados con las normas establecidas (Smith & Jones, 2022). La estandarización de los procesos mediante el 5S permite una mayor consistencia en el desempeño de las tareas y

facilita la identificación y resolución de problemas (Smith & Jones, 2022). De acuerdo con Smith y Jones (2022), la implementación efectiva del sistema 5S no solo optimiza el entorno de trabajo, sino que también impulsa una cultura organizacional enfocada en la mejora continua y la excelencia operativa.

Outsourcing

El Outsourcing, también llamado tercerización, subcontratación o externalización, es el proceso de contratación de un tercero para que realice una actividad del negocio, durante la lectura de esta nota técnica se podrá encontrar los beneficios y riesgos de esta práctica que cada vez más se vuelve recurrente en las organizaciones. (Bedoya - Gómez 2018). Entre los beneficios encontrados del outsourcing se describen: contratar con proveedores que ofrecen menores costos, reducir o eliminar costos fijos, concentrarse en las actividades clave, conocimiento, experiencia y tecnología del proveedor; en el caso de los riesgos se describen ampliamente los siguientes: convertir a un proveedor en competidor, pérdida de conocimiento y habilidades, dependencia del proveedor, incremento de los costos, afectación del clima laboral y incumplimiento con las expectativas de calidad y de tiempos de entrega (Bedoya - Gómez 2018).

2. Capítulo II – Problemática de la organización

2.1 Descripción de la organización

La empresa, fundada el 26 de diciembre de 1998 por tres socios familiares en la ciudad de Lima, cuenta con 26 años de experiencia en el mercado. Inicialmente, comenzó con un solo vehículo dedicado al transporte personal, pero su flota creció progresivamente con los años. En 2019, tras un cambio en la gerencia general y un acuerdo de accionistas, la empresa decidió ampliar su enfoque hacia el alquiler de vehículos pesados para el transporte de agua no potable, dirigiéndose principalmente a proyectos de construcción civil y minería.

Este cambio permitió a la compañía diversificar sus servicios y adaptarse a nuevas oportunidades en el sector.

Actualmente, la empresa cuenta con 123 colaboradores y una sólida presencia en el mercado de transporte para la minería. Sin embargo, en los últimos años, se ha enfrentado a una disminución en el cumplimiento en la atención te los pedidos, lo que se atribuye a varios factores internos que han afectado su operación.

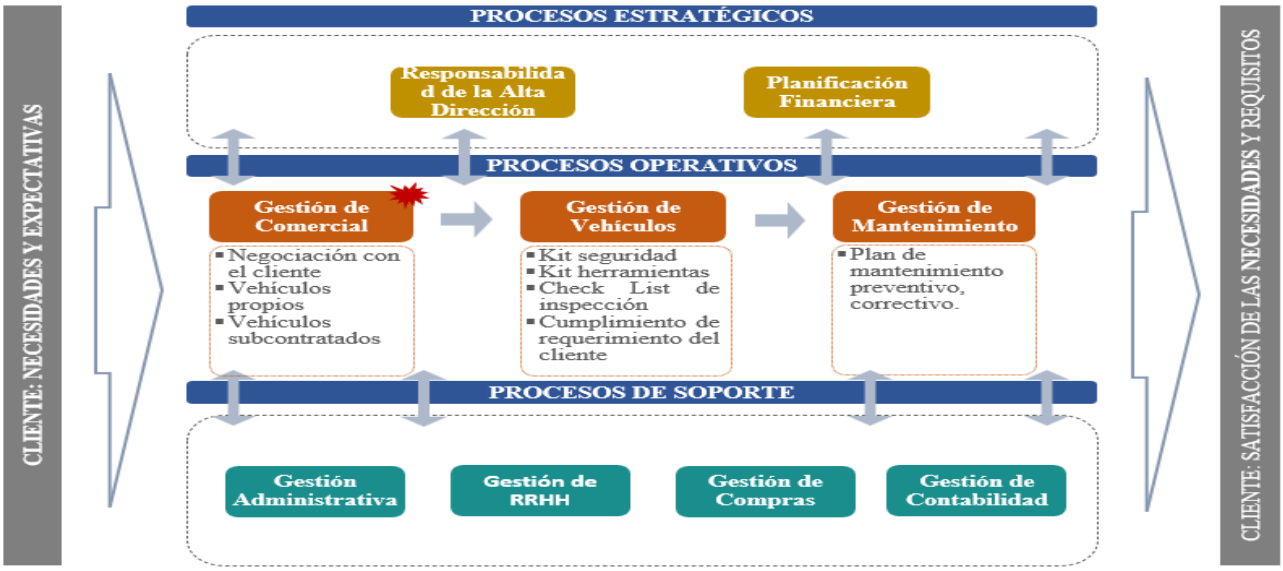
Figura 2

Productos principales de la empresa

Nota. Elaboración tomada de la empresa.

Figura 3

Mapa de procesos de la empresa



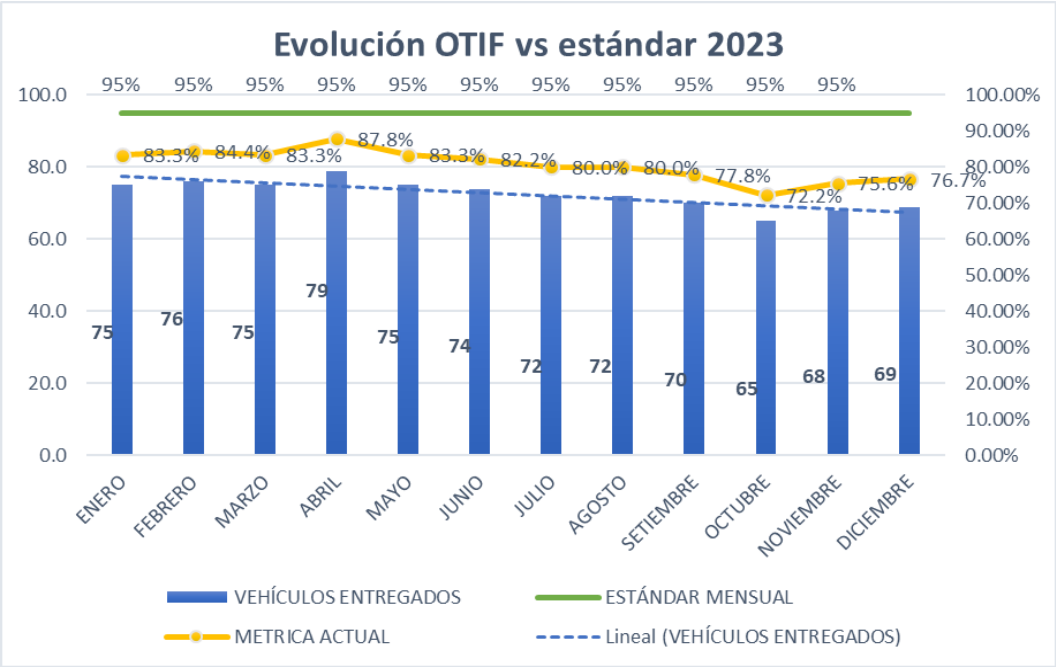
Nota. Elaboración tomada de la empresa.

2.2 Identificación del problema

Durante los últimos meses del año 2023 el indicador de OTIF ha disminuido llegando a un promedio actual de 80.6%, en lo que respecta a pedidos completados; cabe mencionar que el proceso de entrega de vehículos representa el 78% de ingresos de la empresa.

Figura 4

Evolución del OTIF en el 2023



Nota. Elaboración tomada de la empresa.

Brecha técnica: Según la política de la empresa el estándar de OTIF debe ser 95%. Por lo tanto, la brecha técnica es 14.4%, ya que el OTIF actual es 80.6%. (Jones et al, 2022).

OTIF % = (Pedidos cumplidos/mes / Pedidos totales/mes.) x100

Tabla 1

Brecha técnica actual del proyecto en estudio

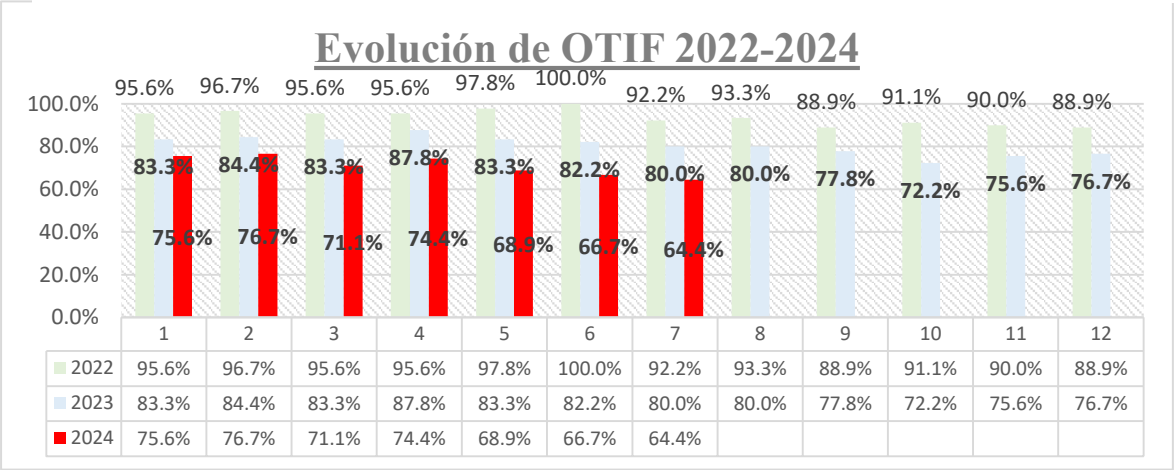
ENTREGA DE VEHÍCULO	VEHÍCULOS PEDIDOS	VEHÍCULOS ENTREGADOS	VEHÍCULOS NO ENTREGADOS	OTIF ACTUAL	ESTANDAR DE OTIF
Entregas	1,080	870.0	210.0	**80.6%**	95%
Brecha técnica					**14.4%**

Nota. Elaboración tomada de la empresa.

El nivel actual de vehículos entregados al cliente representa el 80.6% de pedidos entregados (OTIF). Para ver la evolución del OTIF, tomaremos la data de los años 2022, 2023 y del presente año para ver el impacto en la siguiente figura.

Figura 5

Evolución de OTIF hasta el presente año 2024



Nota. Elaboración tomada de la empresa.

Se tomará la data del año 2023 para ver la brecha técnica actual, la cual se evidenciará en la siguiente tabla donde se observará la Evolución del OTIF en el año 2023 versus el estándar de pedidos mínimos por mes propuesto por la empresa.

Impacto Económico

El impacto económico actual es de S/330,531 el cual representa el **23%** de la facturación actual del 2023. Las horas extras, las penalidades por entrega no completada afectan durante días afectan mucho.

Tabla 2

Impacto Económico de costo de oportunidad

MESES	PENALIDAD/ DÍA	PROD/ Actual	PROD/ No Completados	DÍAS Retrasados	Penalidades	HORAS EXTRA/ MES
Enero	S/ 180.00	75.0	15.0	5.0	S/ 13,500	S/10,249
Febrero	S/ 180.00	76.0	14.0	4.0	S/ 10,080	S/11,564
Marzo	S/ 180.00	75.0	15.0	8.0	S/ 21,600	S/ 9,548
Abril	S/ 180.00	79.0	11.0	2.0	S/ 3,960	S/10,526
Mayo	S/ 180.00	75.0	15.0	1.0	S/ 2,700	S/10,248
Junio	S/ 180.00	74.0	16.0	5.0	S/ 14,400	S/10,456
Julio	S/ 180.00	72.0	18.0	8.0	S/ 25,920	S/10,236
Agosto	S/ 180.00	72.0	18.0	2.0	S/ 6,480	S/10,254
Setiembre	S/ 180.00	70.0	20.0	5.0	S/ 18,000	S/10,485
Octubre	S/ 180.00	65.0	25.0	7.0	S/ 31,500	S/10,596
Noviembre	S/ 180.00	68.0	22.0	5.0	S/ 19,800	S/10,264
Diciembre	S/ 180.00	69.0	21.0	10.0	S/ 37,800	S/10,365
					S/ 205,740	**S/124,791**
Total Impacto	**S/ 330,531.00**					

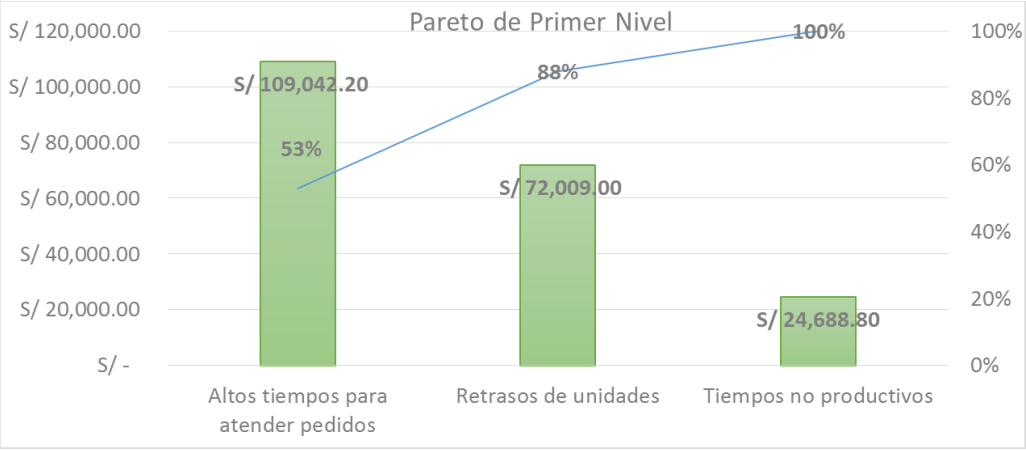
Nota. Elaboración tomada de la empresa.

2.3 Análisis de las causas

Para priorizar los motivos principales del problema se usa el Pareto de primer nivel.

Figura 6

Pareto de Primer Nivel



Nota. Elaboración tomada de la empresa

Motivo 1: Altos tiempos para atender pedidos

Causa 1: *Alto tiempos de actividades*

Se presenta 480 incidentes de los cuales las causas principales son alta toma de tiempos desiguales y falta de supervisión.

Tabla 3

Incidentes por alto tiempo de actividades

Incidentes	Mes				Total	%
	1er trimestre	2do trimestre	3er trimestre	4to trimestre		
Alta toma de tiempos desigual	102	100	101	105	408	85%
Falta de supervisión	19	18	17	18	72	15%
Total					480	100 %

Nota. *Elaboración tomada de registros de la empresa.*

Motivo 2: Retrasos en la preparación de unidades

Causa 1: Falta de inspección

Se presenta 284 incidentes de los cuales las causas principales son falta de limpieza de máquina y falta de inspección.

Tabla 4

Incidentes por alto tiempo de actividades

Incidentes	Mes				Total	%
	1er trimestre	2do trimestre	3er trimestre	4to trimestre		
Falta de limpieza de máquina	48	49	50	46	193	68%
Falta de inspección	23	24	19	25	91	32%
Total					284	100 %

Nota. *Elaboración tomada de registros de la empresa*

Causa 2: Falta de ajuste

Se presenta 424 incidentes de los cuales las causas principales son por el incremento de sobre funciones en el trabajo y falta de llenado de registro.

Tabla 5

Incidentes por falta de ajuste

Incidentes	Mes				Total	%
	1er trimestre	2do trimestre	3er trimestre	4to trimestre		
Incremento sobre funciones en el trabajo	67	75	72	73	287	68%
Falta de llenado de registro	32	36	35	34	137	32%
	Total				424	100 %

Nota. *Elaboración tomada de registros de la empresa*

Motivo 3: Tiempos no productivos

Causa 1: Desorden de taller

Se presenta 449 incidentes de los cuales las causas principales son por altos tiempos de búsqueda de herramientas y falta de supervisión.

Tabla 6

Incidentes por desorden de taller

Incidentes	Mes				Total	%
	1er trimestre	2do trimestre	3er trimestre	4to trimestre		
Altos tiempos búsqueda de herramienta	86	84	85	87	342	76%
Falta de supervisión	26	25	29	27	107	24%
	Total				449	100 %

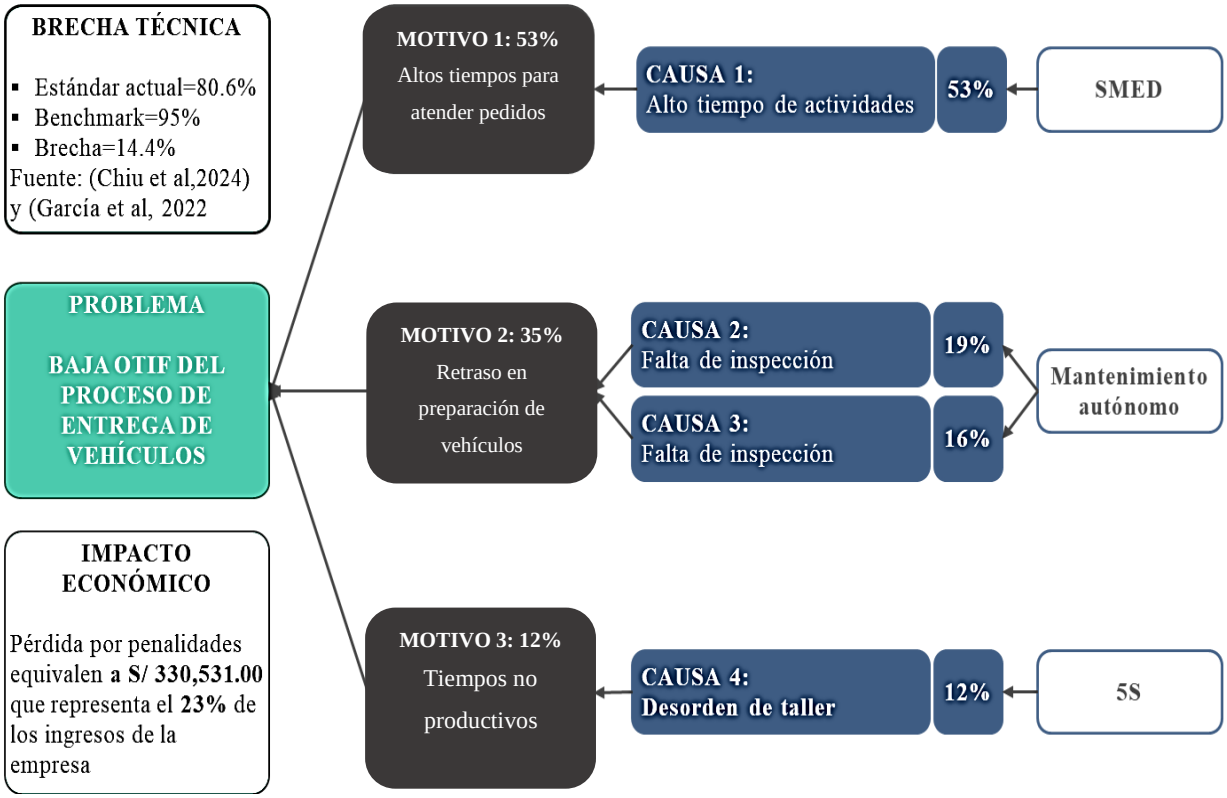
Nota. *Elaboración tomada de registros de la empresa*

Árbol de problemas

Se presenta el árbol de problemas como resumen del análisis de las causas raíz

Figura 7

Árbol de problemas



Nota. Elaboración tomada de la empresa

2.4 Planteamiento de Objetivos

2.4.1 Objetivo General

El incremento del nivel de OTIF en el proceso de entrega de vehículos usando Lean Manufacturing.

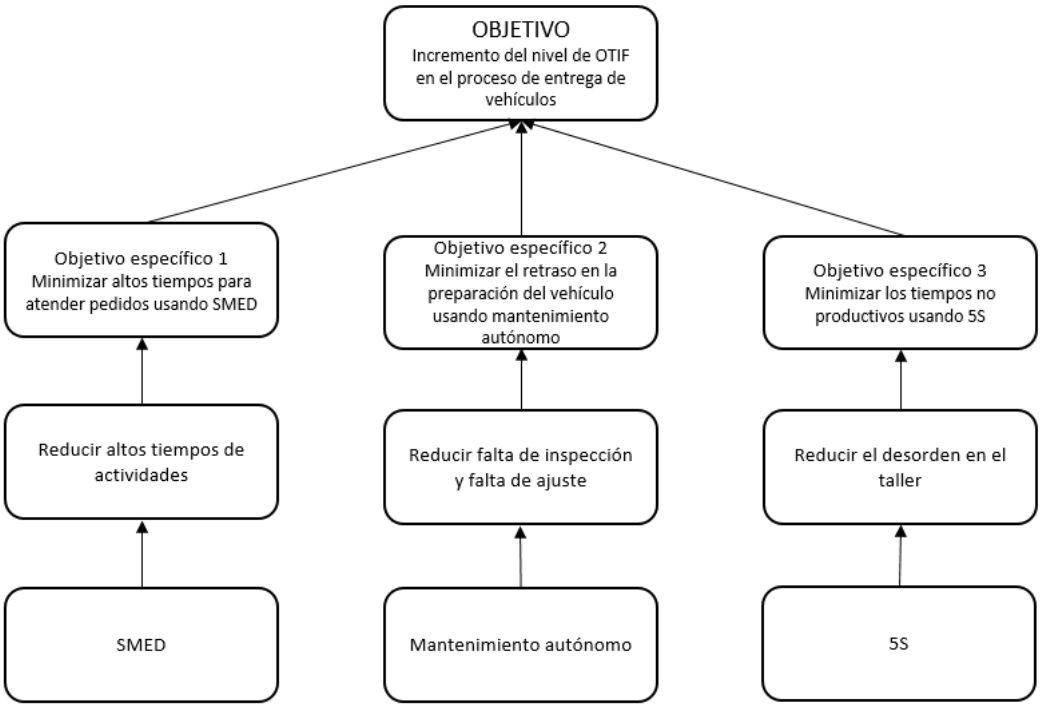
2.4.2 Objetivos Específicos

- Minimizar los altos tiempos para atender pedidos usando SMED, se mejorará un 48%.
- Minimizar el retraso de unidades usando Mantenimiento Autónomo, se mejorará un 31%.

- Minimizar los tiempos no productivos usando la herramienta 5S, se mejorará un 10%.

Figura 8

Diagrana de objetivos



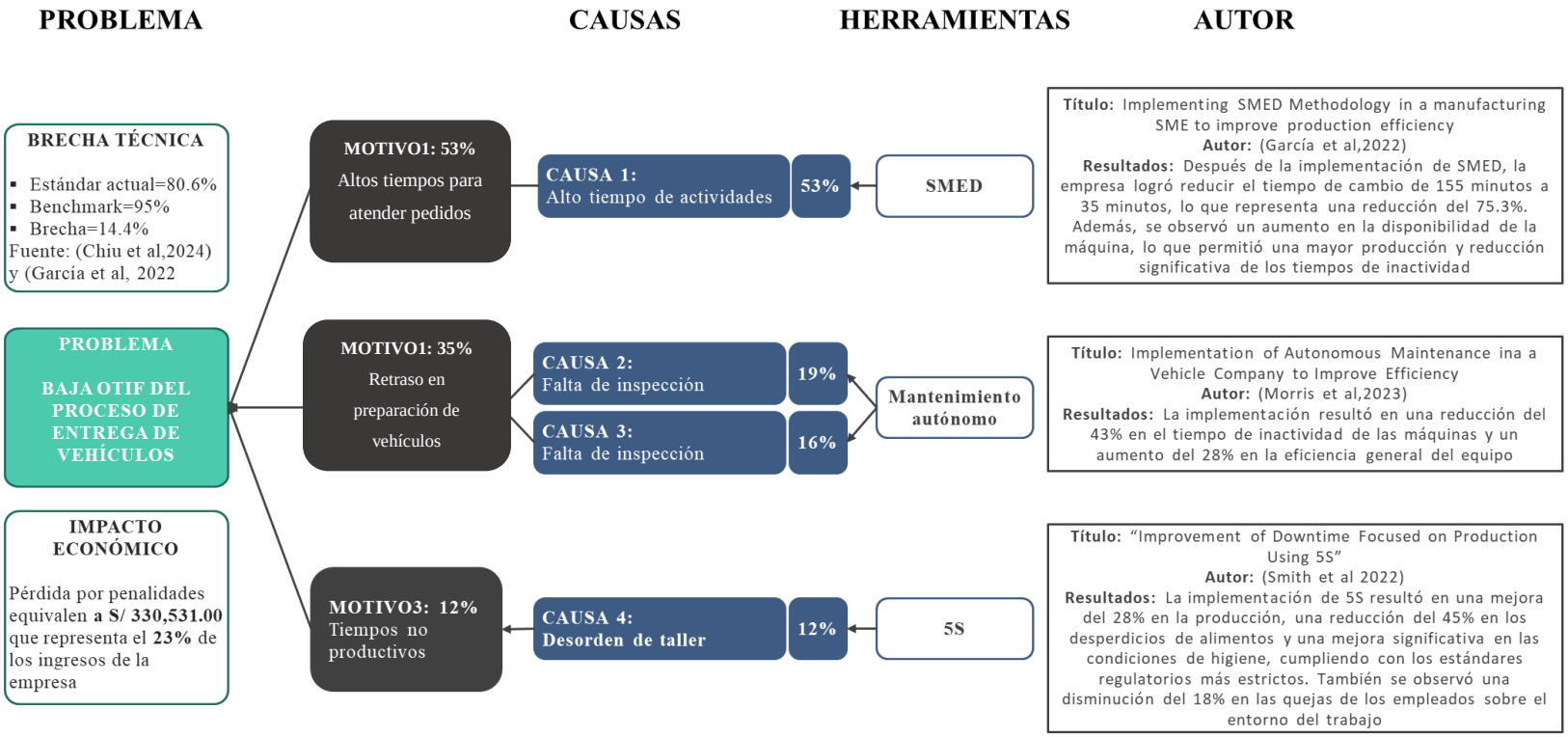
Nota. Elaboración tomada de la empresa

3. Capítulo III - Propuesta de mejora

3.1 Vinculación de causa con la solución

Figura 9

Propuesta de vinculación con solución



Nota. Elaboración con esquema propuesto según herramientas.

3.2 Vinculación de causa con la solución

Fase 1: Para mejorar la eficiencia operativa en el taller de la empresa de alquiler de vehículos pesados de agua a mineras, se implementó la metodología 5S en la primera fase. Esta filosofía permitió incrementar la seguridad en el trabajo y la productividad. Además, desde su aplicación fomenta una cultura de disciplina y mejora continua. Según Pineda y Gómez (2023), la implementación de 5S en talleres industriales ha demostrado una mejora significativa en la productividad y en la reducción de accidentes laborales, lo que valida su aplicación en el presente trabajo.

Seiri (Clasificación):

Eliminar lo innecesario: Se identificó y se retiró del taller todas las herramientas, equipos y materiales que no se utilizaban regularmente para el desarrollo de las actividades.

Establecer áreas específicas: Se clasificó los elementos esenciales (gatas hidráulicas, juegos de llaves, cajas de herramientas, compresoras, etc.) según su frecuencia de uso y asignó áreas específicas para cada tipo de herramienta, equipo o material.

Gestionar el almacenamiento: Se definió un sistema de almacenamiento que permitió acceder rápidamente a lo que se necesita, minimizando el tiempo perdido buscando herramientas.

Figura 10

Tarjeta 5S Clasificación

TARJETA 5S CLASIFICACIÓN			
RESPONSABLE		FECHA	
NOMBRE DEL ARTÍCULO			
LOCALIZACIÓN		CANTIDAD	
CATEGORÍA	1. Herramienta 2. Accesorio 3. Elemento de medición 4. Producto de limpieza	5. Plano y documentos 6. Maquinaria 7. Repuesto 8. Materiales	
MOTIVO	1. No se usa 2. Defectuoso 3. Material de desperdicio 4. Se desconoce uso	5. Contaminante o peligroso 6. Otros	
FORMA DE ELIMINACIÓN	1. Tirar 2. Vender 3. Trasladar a otra área	4. Llevar a almacén 5. Devolver a proveedor	

Nota. Elaborado en base a el modelo de clasificación de la empresa.

Seiton (Orden):

Organizar por prioridad: Se colocó las herramientas y equipos más utilizados en lugares accesibles y visibles, y aquellos menos frecuentes en áreas de almacenamiento secundario.

Etiquetado y señalización: Se utilizó etiquetas y colores para identificar fácilmente cada herramienta, equipo y material, asegurando que todo tenga su lugar designado. **Implementar mapas del taller**: Se creó mapas visuales donde se indique claramente dónde deben guardarse cada herramienta y equipo, lo que facilitó el orden.

Seiso (Limpieza):

Limpieza diaria: Se estableció rutinas de limpieza diaria para evitar la acumulación de suciedad, grasa o escombros que puedan afectar el funcionamiento de los equipos en el taller.

Responsabilidad compartida: Se asignó áreas específicas del taller a cada colaborador para que todos participen activamente en mantener su espacio limpio.

Inspección durante la limpieza: Se aprovechó las tareas de limpieza para inspeccionar herramientas y maquinaria, con lo cual se identificó los posibles problemas o desgastes que requerirían mantenimiento preventivo.

Seiketsu (Estandarización):

Establecer normas visuales: Se definió estándares visuales para mantener el orden y la limpieza, como carteles que indican las zonas de almacenamiento y procedimientos de trabajo.

Protocolos de mantenimiento: Se desarrolló procedimientos estandarizados para revisar y dar mantenimiento a las herramientas y equipos, asegurando su buen estado y disponibilidad. **Capacitación constante**: Se aseguró que todo el personal esté capacitado sobre las normas de orden, limpieza y uso adecuado de herramientas para mantener la estandarización.

Shitsuke (Disciplina):

Auditorías regulares: Se realizó auditorías internas periódicas para verificar y hacer un seguimiento que todos sigan los procedimientos y estándares que se han establecido.

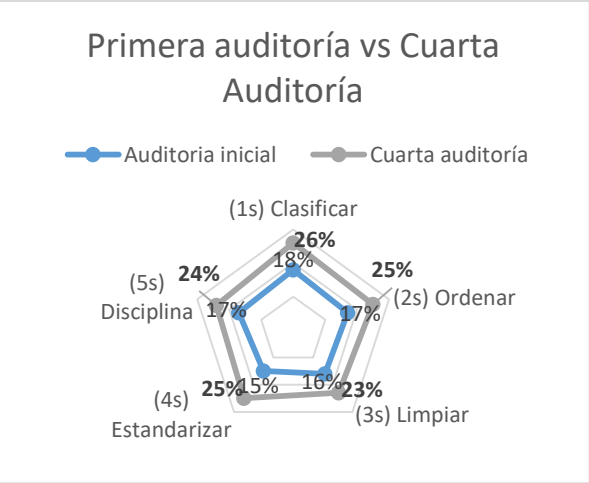
Fomentar la responsabilidad individual: Se instauró la cultura de responsabilidad, donde cada trabajador se comprometa a seguir las 5S y corregir cualquier desviación.

Reconocimiento y mejora continua: Recompensa los buenos hábitos y busca oportunidades de mejora en las prácticas, motivando al equipo a mantener el compromiso con las 5S.

Figura 11

Auditoría 5S

Etapa	Auditoria inicial	Cuarta auditoría
(1s) Clasificar	18%	26%
(2s) Ordenar	17%	25%
(3s) Limpiar	16%	23%
(4s) Estandarizar	15%	25%
(5s) Disciplina	17%	24%
Promedio de Auditoría	17%	25%



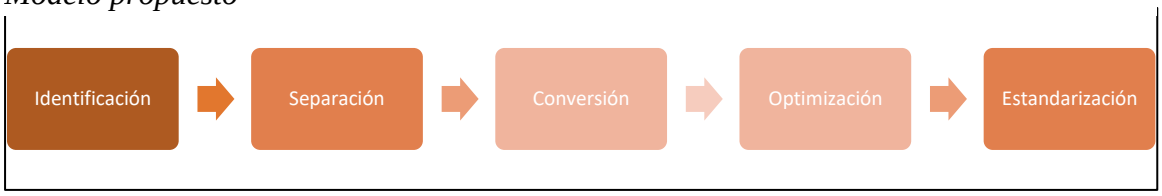
Nota. Tomado de auditorías del presente año.

Fase 2: Implementación de SMED

Para implementar esta herramienta, es esencial contar con un equipo especializado en SMED que desarrolle el siguiente modelo de propuesta, diseñe el proceso enfocado en la optimización de tiempos y, finalmente, estandarice el proceso de manera integral.

Figura 12

Modelo propuesto

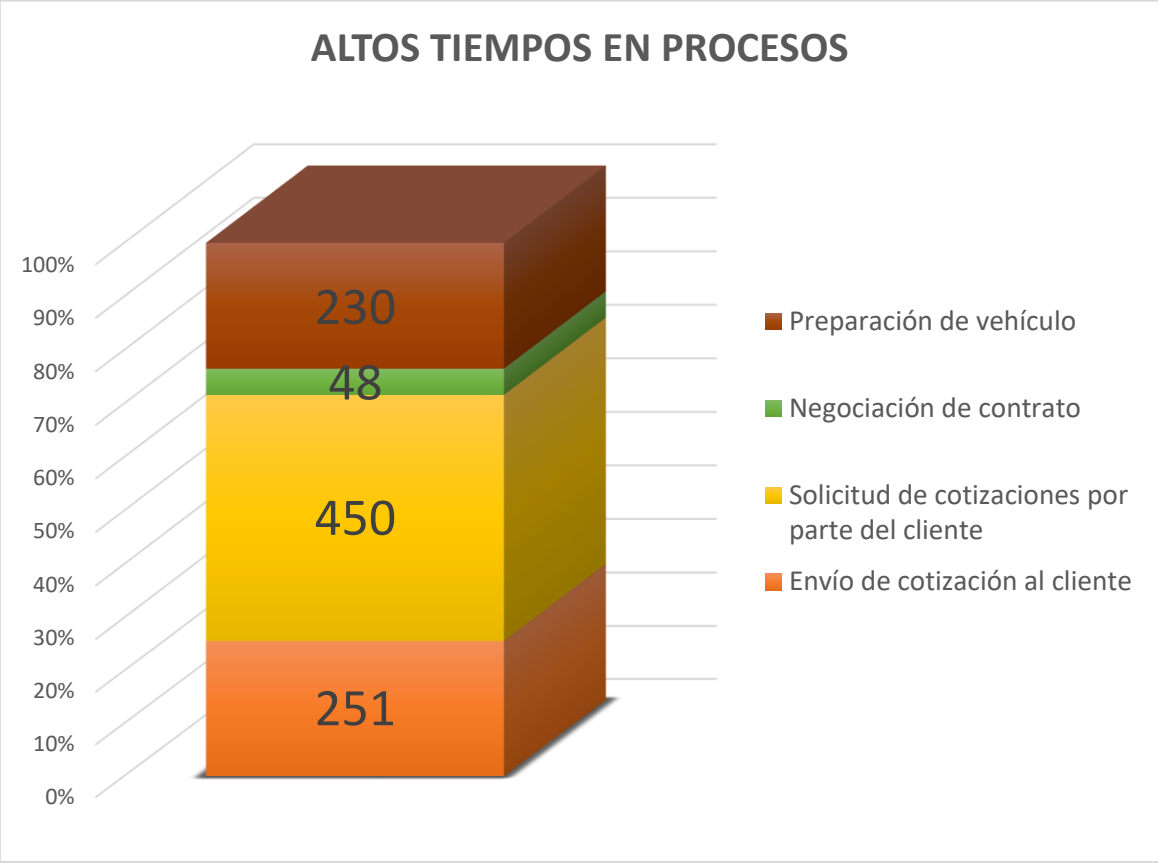


Nota. Tomado de "Reducción de tiempo mediante el uso del enfoque SMED y Kaizen" (Umap et al., 2016)

Identificación: Se analizó y mapeo todas las actividades que se realizan durante los cambios de herramientas o configuraciones, separando las internas (que solo pueden hacerse con el vehículo parado) de las externas (que pueden hacerse mientras el vehículo está en prendido o siendo operado para pruebas de aspersión).

Figura 13

Altos tiempos identificados



Nota. Elaborado en base a la toma de tiempos en la empresa.

Separación: En este paso, las actividades internas y externas se distinguen claramente, trasladando tantas actividades internas como sea posible a actividades externas, lo que reduce significativamente el tiempo de inactividad.

Figura 14

Separación de actividades

ITEMS A MEJORAR	Tiempo Actual (min)	Tipo Actividad
Identificación de necesidades	48	Externa
Envío de cotizacion al cliente	251	Externa
Solicitud de cotizaciones por parte del cliente	450	Interna
Evaluación de propuestas	215	Externa
Negociación de contrato	48	Interna
Formalización del alquiler	67	Externa
Preparación del vehículo	230	Externa
Entrega de vehículos	68	Externa
Capacitación y seguridad	57	Externa
Seguimiento y mantenimiento	26	Externa
Devolución de vehículos	16	Interna

Nota. *Elaborado por tipo de actividad interna y externa*

Conversión: Las actividades que no pueden realizarse internamente se revisan y modifican para convertirlas en externas, rediseñando los pasos a seguir, de modo que el cambio de configuración ocurra mientras el vehículo está en operación.

Optimización: Este paso busca mejorar y agilizar tanto las actividades internas como externas, eliminando movimientos innecesarios, usando dispositivos más eficientes o mejorando la organización de las herramientas y materiales.

Estandarización: Una vez que el proceso ha sido optimizado, se documenta y establece un estándar para asegurar que todos los cambios de herramientas o configuraciones se realicen de manera eficiente y consistente cada vez.

Figura 15

DAP Actual

DIAGRAMA ACTIVIDADES DE PROCESOS			Actividad	Actual	Tiempo (min)	NVA (min)
DIAGRAMA: 001			Operación	8	962.00	
Proceso : Proceso de entrega de vehículos pesados			Transporte	1	16.00	
Metodo: ACTUAL			Espera	0	0.0	
Lugar: Empresa en estudio			Inspección	2	498.00	
Operarios:			Almacén	0	0.00	
DESCRIPCIÓN	**Dist (m)**	**t (minutos)**	**SIMBOLOS**			**Observación**
Identificación de necesidades	0.00	48.00				
Envío de cotizacion al cliente	0.00	251.00				
Solicitud de cotizaciones por parte del cliente	0.00	450.00				
Evaluación de propuestas	0.00	215.00				
Negociación de contrato	0.00	48.00				
Formalización del alquiler	0.00	67.00				
Preparación del vehículo	35.00	230.00				
Entrega de vehículos	45.00	68.00				
Capacitación y seguridad	15.00	57.00				
Seguimiento y mantenimiento	25.00	26.00				
Devolución de vehículos	19.00	16.00				
Tiempo de ciclo total	**139.00**	**1476.00**				

Nota. Tomado de proceso actual.

Fase 3: Propuesta de Mantenimiento Autónomo

Limpieza: Iniciar con una limpieza exhaustiva de los vehículos para eliminar suciedad y residuos, lo que permite identificar problemas ocultos y prevenir fallos futuros.

Acciones correctivas: Implementar medidas para corregir pequeños defectos detectados durante la limpieza, como fugas, desgastes o piezas sueltas, mejorando la fiabilidad del equipo.

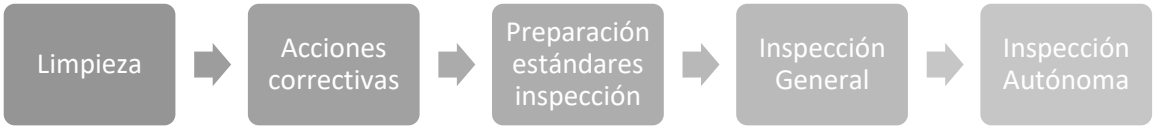
Preparación de estándares de inspección: Desarrollar guías claras y estandarizadas para que los operadores inspeccionen las máquinas regularmente, enfocándose en puntos críticos de mantenimiento.

Inspección general: Realizar una inspección integral de los equipos por parte de técnicos especializados para identificar problemas más complejos que requieren acciones técnicas mayores.

Inspección autónoma: Capacitar a los conductores para que realicen inspecciones rutinarias de los equipos de manera autónoma, siguiendo los estándares definidos, y detecten fallos de manera proactiva.

Figura 16

Propuesta de Modelo de implementación Mto autónomo



Nota. Tomado de "Implementación de Mantenimiento Autónomo" (Guritno, 2021)

Figura 17

Propuesta de Modelo de implementación Mto autónomo

CHECK LIST DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PROPUESTO	
ITEMS	**Descripción**
1. Datos Generales	- Nombre del operador: _____
	- Fecha: _____
	- Máquina: Troqueladora
	- Modelo: _____
	- Número de máquina: _____
	- Frecuencia de mantenimiento: _____ (Diaria, Semanal, Mensual)
2. Limpieza Inicial	- Área a limpiar:
	Mesa de trabajo ☐ Rodillos ☐ Troqueles ☐ Componentes móviles ☐ Otros:
	- Herramientas: _____
	- Observaciones: _____
3. Acciones Correctivas	- Verificar:
	Fugas de aceite ☐ Piezas desgastadas ☐ Tornillos sueltos ☐ Desajustes ☐
	- Acción correctiva:
	Ajuste de tornillos ☐ Sustitución de piezas ☐ Lubricación ☐ Reparación ☐
	- Comentarios: _____
4. Preparación de Estándares	- Punto de inspección 1:
	Lubricación en ejes
	Frecuencia: _____
	Estándar: 80% capacidad
	Acción: ☐ Aceptable ☐ Ajuste necesario
	- Punto 2: Alineación de troqueles
	Frecuencia: _____ Estándar: _____
5. Inspección General	- Revisar:
	Sistema eléctrico ☐ Motores ☐ Sistema hidráulico ☐ Otros: _____
	- Resultado:
	☐ Sin problemas ☐ Requiere mantenimiento
	- Acción del técnico: _____
6. Inspección Autónoma	- Checklist:
	Limpieza diaria ☐ Lubricación ☐ Piezas móviles ☐ Funcionamiento óptimo ☐ Ruidos inusuales ☐
	- Anomalías detectadas: _____
	- Acciones tomadas: _____
7. Observaciones Finales	- Recomendaciones: _____
	- Firma del operador: _____
	- Firma del supervisor: _____

Nota. Tomado de "Implementación de Mantenimiento Autónomo" (Guritno, 2021)

3.3 Diseño de indicadores

Se procede a proponer los siguientes indicadores para que el proyecto sea sostenible.

Figura 18

Indicadores propuestos

Objetivo	Indicador	AS IS	INDICADOR			TO BE	Fundamento
			Malo	Regular	Excelente		
OTIF	(Pedidos cumplidos/mes)/ (Pedidos totales/mes)*100	80.6%	50%	60%	85%	95%	(Jones et al, 2022)
Altos tiempos para generar pedidos	Cumplimiento Tiempo estandar de proceso <=650 min	1476min	1400min	1250min	657min	650min	(Chiu et al, 2024)
Retrasos de unidades	%cumplimiento de inspección de máquina	35%	45%	24%	12%	12%	(Morris et al, 2020)
Desorden de taller	% Evaluación 5S >=85%	12%	18%	56%	85%	85%	(Smith et al, 2022)

Nota. Elaborados en base al objetivo general.

3.4 Consideraciones para la implementación

Para ejecutar el proyecto, es fundamental contar con la autorización y el respaldo total de la alta dirección y los socios de la empresa. Esto permitirá implementar las mejoras, capacitar al personal y aumentar la eficacia del proceso en análisis.

3.4.1 Presupuesto de la solución: Gestión de recursos.

Tabla 7

Presupuesto

Herramienta/Solución	Items	Ierramienta	Equipos	Horas Hombre	Total (S/)
Etapa 1: Implementación de 5S	Formación del equipo	S/ 120		S/ 1,025	**S/ 1,145**
Paso 1: Aplicación del Seiri (Clasificar)	1s Clasificar	S/ 350		S/ 1,025	**S/ 1,375**
Paso 2: Aplicación de Seiton	2s Ordenar	S/ 450		S/ 1,025	**S/ 1,475**
Paso 3: Aplicación del Seiso (Limpieza	3s Limpiar	S/ 1,700		S/ 1,025	**S/ 2,725**
Paso 4: Aplicación de Seiketsu (Estandarización)	4s Estandarizar	S/ 350	S/ 900	S/ 1,025	**S/ 2,275**
Paso 5: Aplicación de Shitzuke (Autodisciplina)	5s Disciplina	S/ 460		S/ 1,025	**S/ 1,485**
Etapa 2: Implementación de SMED	Formación del equipo	S/ 1,700		S/ 1,025	**S/ 2,725**
	Paso 1: Identificacio n	S/ 890		S/ 1,025	**S/ 1,915**
	Paso 2: Separación	S/ 890		S/ 1,025	**S/ 1,915**
	Paso 3: Conversión	S/ 890		S/ 1,025	**S/ 1,915**
	Paso 4: Optimización	S/ 890		S/ 1,025	**S/ 1,915**
	Paso 5: Estandarizaci ón	S/ 890		S/ 1,025	**S/ 1,915**
Etapa 3: Implementación de Autónomo	Formación del equipo	S/ 640		S/ 1,025	**S/ 1,665**
Paso 1: Limpieza inicial	Implementac ión	S/ 350	S/ 850	S/ 1,025	**S/ 2,225**
Paso 2: Acciones correctivas en máquina	Estandarizar procesos	S/ 350		S/ 1,025	**S/ 1,375**
Paso 3: Preparación de estandares de inspeccion	Revisiones mensuales	S/ 350		S/ 1,025	**S/ 1,375**
Paso 4: Inspección General	Estandarizar procesos	S/ 350		S/ 1,025	**S/ 1,375**
Paso 5: Inspección Autónoma	Revisiones mensuales	S/ 350		S/ 1,025	**S/ 1,375**
	COSTO TOTAL DE IMPLEMENTACIÓN				**S/ 32,170**

3.4.2 Cronograma de desarrollo: Gestión del tiempo.

Se presenta el proyecto para un total de 6 meses.

Figura 19

Cronograma propuesto

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Etapa 1: Implementación de 5S	40 días	mar 3/10/23	lun 27/11/23
Paso 1: Aplicación del Seiri (Clasificar)	21 días	mar 3/10/23	mar 31/10/23
Paso 2: Aplicación de Seiton	21 días	mar 3/10/23	mar 31/10/23
Paso 3: Aplicación del Seiso (Limpieza	21 días	mar 3/10/23	mar 31/10/23
Paso 4: Aplicación de Seiketsu (Estandarización)	22 días	dom 29/10/23	lun 27/11/23
Paso 5: Aplicación de Shitsuke (Disciplina)	60 días	mar 3/10/23	lun 25/12/23
Etapa 2: Implementación de SMED	75 días	sáb 2/12/23	jue 14/03/24
Etapa 3: Implementación de Autónomo	44 días	sáb 6/01/24	mié 6/03/24
Paso 1: Limpieza inicial	40 días	lun 5/02/24	vie 29/03/24
Paso 2: Acciones correctivas en máquina	40 días	lun 5/02/24	vie 29/03/24
Paso 3: Preparación de estandares de inspeccion	20 días	lun 5/02/24	vie 1/03/24
Paso 4: Inspección General	21 días	lun 5/02/24	lun 4/03/24
Paso 5: Inspección Autónoma	40 días	lun 5/02/24	vie 29/03/24

Nota. Elaborado en proyección a las soluciones propuesta.

4.1 Validación funcional

La validación de esta etapa del proyecto se llevó a cabo mediante un piloto, dado que el proyecto ya fue implementado en el transcurso de este año. Esta estrategia permite no solo asegurar la sostenibilidad del proyecto, sino también realizar pruebas que identifiquen áreas de mejora, facilitando la corrección de errores y optimizando la eficacia y productividad en el proceso.

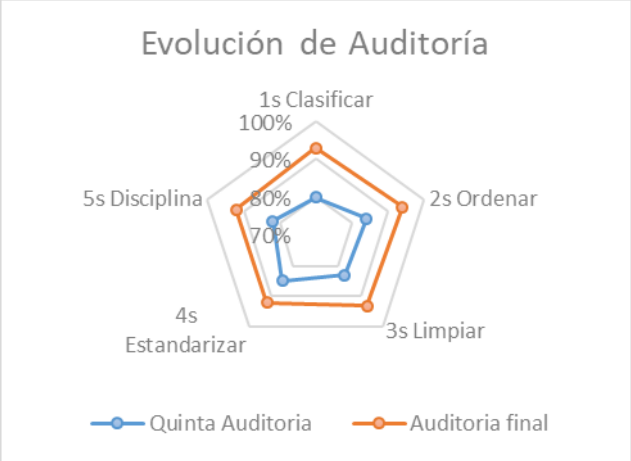
Etapa 1: Implementación de la herramienta 5S.

Los resultados finales de la auditoría se muestran en las siguientes figuras:

Figura 20

Auditorías finales del proyecto en la herramienta 5S

Etapa	Quinta Auditoria	Auditoria final
1s Clasificar	80%	93%
2s Ordenar	84%	94%
3s Limpiar	83%	93%
4s Estandarizar	85%	92%
5s Disciplina	82%	92%



Nota. Resultados luego de la implementación de 5S.

Figura 21

Optimización de espacio y orden

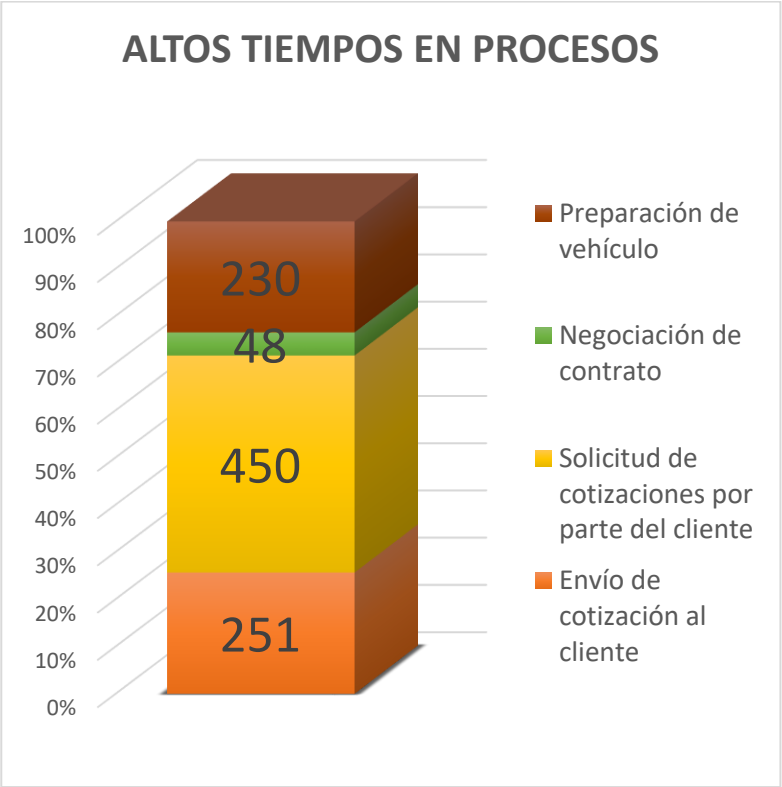
Nota. Resultado luego de la implementación de 5S.

Etapa 2: Implementación Herramienta SMED

Los siguientes resultados son de la implementación ya realizada en planta

Figura 22

Altos tiempo en el proceso



Nota. Resultados luego de la implementación de SMED.

Figura 23

Optimización de actividades actuales del proyecto

ITEMS A MEJORAR	Tiempo Actual (min)	CAUSA DEL TIEMPO ALTO	SOLUCIÓN PROPUESTA	Tiempo Mejorado (min)
Identificación de necesidades	48.00	Ir hasta mantenimiento y traer materiales	Implementar la mitad de un stand cerca de la máquina con herramientas	15.00
Envío de cotizacion al cliente	251.00	Falta de capacitación a operarios	Implementar la mitad de un stand cerca de la máquina con herramientas	15.00
Solicitud de cotizaciones por parte del cliente	450.00	Falta de ubicación de herramientas	Acondicionar un módulo donde se encuentren las herramientas	80.00
Evaluación de propuestas	215.00	Falta de capacitación a operarios	Implementar la mitad de un stand cerca de la máquina con herramientas	35.00
Negociación de contrato	48.00	Falta de método adecuado	Estandarizar método para desmonte de motor	35.00
Formalización del alquiler	67.00	Falta de método adecuado	Estandarizar método para desmonte de motor	30.00
Preparación del vehículo	230.00	Falta de método adecuado	Estandarizar método para desmonte de motor	51.00
Entrega de vehículos	68.00	Falta de ubicación de herramientas	Acondicionar un módulo donde se encuentren las herramientas	15.00
Capacitación y seguridad	57.00	Falta de método adecuado	Estandarizar método para desmonte de motor	24.00
Seguimiento y mantenimiento	26.00	Falta de capacitación a operarios	Implementar la mitad de un stand cerca de la máquina con herramientas	20.00
Devolución de vehículos	16.00	Falta de capacitación a operarios	Implementar la mitad de un stand cerca de la máquina con herramientas	10.00
			Tiempo de Ciclo	330.00

Nota. Resultados luego de la implementación de SMED.

Etapa 3: Implementación del Pilar Mantenimiento Autónomo

El pilar del mantenimiento autónomo se puede implementar en 5 pasos, incluyendo estandarización (Guritna et al, 2021).

Figura 24

Listado de inspección de mantenimiento autónomo

														Fecha:
														Hora:
					INDICADORES									
ITEM	NOMBRE DEL ITEM	ESPECIFICACION / ESTANDAR	METODO Y / O UTENSILIO	ACCION	CALIFICACION DE DIAS							RESPONSABLE
					1	2	3	4	5	6	7	
1	LIMPIEZA DE MÁQUINA	REVISAR CONDICIONES	INSPECCIONAR EN FORMA VISUAL	EN CASO DE NO OPERATIVO PONER "A" DE ANORMALIDAD	1	1	1	1	1	0	1	Raul Perez
2	ACCIONES CORRECTIVAS	REVISAR CONDICIONES	INSPECCIONAR EN FORMA VISUAL	EN CASO DE NO OPERATIVO PONER "A" DE ANORMALIDAD	1	1	1	1	1	0	1	Pedro Alonso
3	ESTANDARIZAR	REVISAR CONDICIONES	INSPECCIONAR EN FORMA VISUAL	EN CASO DE NO OPERATIVO PONER "A" DE ANORMALIDAD	1	1	0	1	1	1	1	Pedro Alonso
4	INSPECCIÓN GENERAL	REVISAR CONDICIONES	INSPECCIONAR EN FORMA VISUAL	EN CASO DE NO OPERATIVO PONER "A" DE ANORMALIDAD	1	1	1	1	1	1	1	Jose Moridan
5	INSPECCIÓN AUTÓNOMA	FORMULAR PROCESO DE ESTANDARIZACIÓN PARA UNA MEJORA CONTINUA			1	1	1	0	1	1	1	Rodrigo Flores
					Fecha de Mantenimiento:							

Nota. Formato de inspección realizado por los colaboradores.

Figura 25

Resultados finales de indicadores en validación

Objetivo	Indicador	AS IS	INDICADOR			TO BE	Fundamento
			Malo	Regular	Excelente		
OTIF	(Pedidos cumplidos/mes)/ (Pedidos totales/mes)*100	80.6%	50%	60%	85%	95%	(Jones et al, 2022)
Altos tiempos para generar pedidos	Cumplimiento Tiempo estandar de proceso <=650 min	1476min	1400min	1250min	657min	650min	(Chiu et al, 2024)
Retrasos de unidades	%cumplimiento de inspección de máquina	35%	45%	24%	12%	12%	(Morris et al, 2020)
Desorden de taller	% Evaluación 5S >=85%	12%	18%	56%	85%	85%	(Smith et al, 2022)

Nota. Resultados finales de indicadores.

4.2 Evaluación del impacto económico

El presupuesto para la implementación es de S/32,170 de acuerdo a la siguiente validación se determinó si es viable o no.

Se hace la justificación del escenario esperado, donde se considera un Cok de 14.49%.

Figura 26

Flujo de caja

FLUJO DE CAJA

Cok	14.49%					
Tasa de impuestos	29.5%					
Incremento en ventas y optimización de costos	14.40%	14.40%	14.40%	14.40%	14.40%	14.40%
Presupuesto inicial del proyecto	**-32,170**					

Concepto	**AÑO 0**	**AÑO 1**	**AÑO 2**	**AÑO 3**	**AÑO 4**	**AÑO 5**
Reducción de penalidades		27,548	31,515	36,053	36,707	36,801
C.Fijos		-4,800	-4,944	-5,092	-5,245	-5,402
C.Variables		-2,700	-2,781	-2,864	-2,950	-3,039
Utilidad Operativa antes de impuestos		**20,048**	**23,790**	**28,096**	**28,511**	**28,359**
Imp. a la renta % (29.5%)		-6,014	-7,137	-8,429	-8,553	-8,508
Inversión en capacitacion	-32,170					
Flujo de caja económico (FEC)	-32,170	14,034	16,653	19,667	19,958	19,852
Interes		0	0	0	0	0
Flujo de caja Financiero(FCI)	-32,170	14,034	16,653	19,667	19,958	19,852

VANE	S/	27,604.29
TIRE		**44%**
PAY BACK		**1.64**

Nota. Elaboración en base a la información de finanzas.

Se puede evidenciar que luego de los resultados del VAN y TIR son positivos, pero ya que al superar el 44% el proyecto es viable y rentable. El retorno del dinero es en **1.64** años

4.3 Evaluación de impactos no económicos

Matriz de Leopold usado para identificar los factores externos del proyecto.

Figura 27

Matriz Leopold

FASES DEL PROYECTO DEL MODELO PROPUESTO																					
FACTORES EXTERNOS AL PROYECTO				5S	Capacitación	Auditoria	SMED	Capacitación	Auditoria	Mantenimiento Autónomo	Capacitación	Auditoria	Cantidad Numeros Negativos	Cantidad número positivos	Suma # Negativos	Suma #Positivos	Sub total de Medios	Total
MEDIO	FÍSICOS	AIRE	MATERIAL PARTICULAR	-5 / 5	-4 / 6	-5 / 6	-4 / 5	-5 / 5	-4 / 6	-5 / 6	-4 / 5	-5 / 5	9	9	-41	49	34	253
			RUIDO	-5 / 5	-4 / 6	-4 / 6	-4 / 6	-3 / 6	-4 / 6	-4 / 6	-4 / 6	-4 / 6	9	9	-36	53		
			EROSION	-4 / 5	-4 / 5	-4 / 6	-4 / 5	-4 / 4	-4 / 6	-4 / 6	-4 / 4	-4 / 4	9	9	-36	45		
		SUELOS	INESTABILIDAD	-4 / 5	-3 / 5	-3 / 5	-3 / 5	-4 / 5	-3 / 5	-3 / 5	-3 / 5	-3 / 5	9	9	-29	45	33	
			SEDIMENTACION	-3 / 4	-2 / 4	-2 / 4	-2 / 4	-2 / 4	-2 / 4	-2 / 4	-2 / 4	-2 / 4	9	9	-19	36		
			COMPACTACION	-3 / 3	-2 / 3	-2 / 3	-2 / 3	-2 / 3	-2 / 3	-2 / 3	-2 / 3	-2 / 3	9	9	-19	27		
			REMOSION DE TIERRA	-5 / 4	-5 / 4	-5 / 4	-5 / 4	-4 / 4	-5 / 4	-5 / 4	-5 / 4	-5 / 4	9	9	-44	36		
			INUNDACION										0	0	0	0		
		AGUA	CALIDAD DE AGUA	-3 / 5	-3 / 5	-3 / 5	-2 / 3	-4 / 3	-3 / 5	-3 / 5	-3 / 5	-2 / 4	9	9	-26	40	14	
			REGIMEN FLUVIAL										0	0	0	0		
			VARIACION DEL FLUJO										0	0	0	0		
			VIDA ACUATICA										0	0	0	0		
	BIOLÓGICOS	FLORA	CUBIERTA VEGETAL	-4 / 4	-4 / 4	-4 / 4	-5 / 4	-4 / 4	-4 / 4	-4 / 4	-4 / 4	-5 / 4	9	9	-38	36	2	
			TALA O DESBROCE	-3 / 4	-3 / 4	-3 / 4	-4 / 4	-4 / 4	-4 / 4	-4 / 4	-3 / 4	-4 / 4	9	9	-32	36		
		FAUNA	DIVERSIDAD BIOLOGICA										0	0	0	0	9	
			ESPECIES TERRESTRES EN PELIGRO	-4 / 5	-4 / 5	-4 / 5	-4 / 5	-4 / 5	-4 / 5	-4 / 5	-4 / 5	-4 / 5	9	9	-36	45		
			ESPECIES ACUATICOS EN PELIGRO										0	0	0	0		
	SOCIOECONÓMICOS	ECONÓMICO	USO ACTUAL DEL SUELO	-4 / 4	-5 / 3	-4 / 4	-3 / 4	-5 / 5	-4 / 3	-3 / 3	-5 / 3	-6 / 4	9	9	-39	33	159	
			POTENCIAL AGROPECUARIO										0	0	0	0		
			POTENCIAL TURISTICO Y RECREACION	-4 / 6	-4 / 6	-4 / 6	-4 / 6	-4 / 6	-4 / 6	-4 / 6	-4 / 6	-4 / 6	9	9	-36	54		
			RIESGOS SANITARIOS	-4 / 4	-6 / 4	-3 / 4	-4 / 4	-4 / 4	-5 / 4	-3 / 4	-3 / 4	-4 / 4	9	9	-36	36		
			POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA	8 / 7	8 / 8	8 / 8	8 / 8	8 / 9	8 / 9	8 / 9	8 / 9	8 / 8	0	9	72	75		
		LT.	PAISAJE	-2 / 4	-3 / 4	-5 / 4	-2 / 4	-5 / 4	-5 / 4	-3 / 4	-5 / 4	-4 / 4	9	9	-34	36	2	

El resultado de acuerdo a la evaluación de la Matriz de Leopold es positivo, se deduce que el proyecto es viable.

5. Capítulo V - Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

Al finalizar la implementación del piloto se puede confirmar el incremento del OTIF, al aplicar 5S, SMED y Mantenimiento Autónomo.

Se aplicó la herramienta 5S, y se tuvo como resultado que todas las auditorías tienen un porcentaje de 12% a 85% en el taller.

Por otro lado, se implementó el mantenimiento autónomo y se logró mejorar los retrasos de las unidades de un 35% a un 12%.

Finalmente, se tenía el OTIF en un porcentaje del 80.6% y se logró el objetivo de llevarlo al 95%.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda implementar las mismas herramientas para todas las áreas que sean aplicables para mejorar los procesos dependiendo el objetivo de cada área.

Se recomienda, implementar un pilar adicional como mejoras enfocadas para garantizar el desarrollo del TPM a largo plazo, mejorar el talento y desarrollo del trabajo en equipo.

Se recomienda elaborar un manual de instrucciones para cada proceso y asi mantener los indicadores estables (sostenibilidad).

Para continuar con la mejora del OTIF, se recomienda implementar la técnica de Just In Time para mejorar los indicadores.

Referencias

Anderson, P., Kumar, S. y Lin, D. (2022). TPM e Industria 4.0: La evolución del mantenimiento predictivo. Revista internacional de economía de la producción.

Antonio, P. (2024). Optimización de la producción a través de Lean Manufacturing . Revista de eficiencia de fabricación.

Asociación Automotriz del Perú (AAP). (2023). Cifras del incremento de ventas de vehículos electrificados y proyecciones hacia 2030

Azadegan, A., Patel, PC y Linderman, K. (2023). Participación de los empleados y capacidades estratégicas en organizaciones Lean. Operations Management Review.

Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. (2024). *Sector de servicios: Una oportunidad para la diversificación productiva.* https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Sector-de-servicios-una-oportunidad-para-la-diversificacion-productiva.pdf

Bedoya-Gomez, C (2018). Outsourcing: Beneficios vs. Riesgos. *Perspectiva Empresarial*, 5. https://www.redalyc.org/pdf/6722/672271533007.pdf

García, R., y Lee, J. (2022). Manufactura esbelta y el impacto de la industria 4.0 en la eficiencia de la producción. Revista de Gestión de Operaciones.

González, A., & Pérez, M. (2022). Estrategias de mantenimiento en la fabricación moderna. Editorial Tecnológica.

Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2024, 8 de agosto). *Encuesta mensual del sector servicios.* https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6814608/5899493-08-encuesta-mensual-de-servicios-junio-2024.pdf?v=1724257682

Jones, R. y Williams, D. (2022). Métricas de desempeño de la cadena de suministro: comprensión de OTIF. Revista internacional de logística y gestión de la cadena de suministro.

Keyler, L., Ward, J., Van Den Broek, M., Mühlenbruch, M., & Lui, G. (2024, 8 febrero). *Automotive and mobility trends to watch in 2024*. RSM Global. https://www.rsm.global/insights/automotive-and-mobility-trends-watch-2024

Kobayashi, K. y Tanaka, H. (2021). La metodología 5S y su impacto en la eficiencia operativa. Revista de fabricación ajustada, 34(1), 45-58. https://doi.org/10.1016/j.jlm.2021.01.003

Miller, J., y Lee, K. (2023). Maximización de la eficiencia del equipo con mantenimiento productivo total. Journal of Manufacturing Excellence.

Morris, J., Smith, T. y Brown, L. (2023). Optimización del rendimiento en la industria: Un enfoque en el mantenimiento autónomo. Revista de Mantenimiento Industrial, 45(2), 117-130. https://doi.org/10.1016/j.jim.2023.05.002

Narayanan, A., & Ishfaq, R. (2022). Impacto de la alineación de métricas en el desempeño de la cadena de suministro: un estudio conductual. The International Journal of Logistics Management, 33 (1), 365-384.

Pineda, L., & Gómez, R. (2023). *Impacto de la metodología 5S en talleres industriales: Un estudio de caso*. Revista de Gestión Industrial, 14(2), 45-58

RSM Global (2024): Rising trends in the automotive industry. https://www.rsm.global/insights/2023-outlook-rising-trends-automotive-industry

Smith, A., y Johnson, P. (2023). Post-Pandemic Lean: Estrategias para cadenas de suministro resilientes . Revista internacional de investigación en producción

Smith, R. y Jones, A. (2022). Estrategias de mejora continua en la producción: Aplicación del 5S . Revista Internacional de Gestión de Operaciones, 39(4), 223-237. https://doi.org/10.1080/01446193.2022.2022290

Stevenson, M. (2023). Cadena de suministro ajustada y el papel de OTIF en las operaciones modernas . Supply Chain Management Today.

Troncos, D. (2024). MTC: «Existe un interés con China para sustituir transporte público por vehículos eléctricos». Infomercado. https://infomercado.pe/mtc-peru-busca-cambiar-el-transporte-publico-por-autos-electricos/

Ubillús, R. (2023). Sector automotriz de Perú creció casi un 5% en el 2022, según informe de la AAP. *Infomercado*. https://infomercado.pe/sector-automotriz-de-peru-crecio-casi-un-5-en-el-2022-segun-informe-de-la-app-260423-ru/

Umap, A., Dhekane, A., Survase, A., Shelke, A., (2016). Set up time reduction by using SMED and Kaizen approach..

Wadhwani, P., & Ambekar, A. (2024). Vehicle as a Service Market Size - By Engine (Electric, IC Engine), Service Provider (Automotive OEM, Auto Dealerships, Auto Tech Startups, Car Subscription Software Providers), End User (Enterprise Users, Private Users), Vehicle & Forecast, 2024 - 2032. En *Global Market Insights Inc.* https://www.gminsights.com/industry-analysis/vehicle-as-a-service-market