

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“DISEÑO DE GESTIÓN DE ALMACÉN Y
MANTENIMIENTO PARA REDUCIR SOBRECOSTOS
EN COMPAÑÍA PERUANA DE PETRÓLEO GAS Y
GASOLINA S.A.C; Trujillo 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autores:

Gianella Carrion Lozano

Kyara Fernanda Gordillo Gallardo

Asesor:

Ing. Ana Rosa Mendoza Azañero

<https://orcid.org/0000-0002-9652-935X>

Trujillo - Perú

2024

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	MIGUEL ENRIQUE ALCALA ADRIANZEN
Presidente(a)	Nombre y Apellidos

Jurado 2	CARLOS ENRIQUE MENDOZA OCAÑA
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	ANA ROSA MENDOZA AZAÑERO
	Nombre y Apellidos

INFORME DE SIMILITUD

“DISEÑO DE GESTIÓN DE ALMACÉN Y MANTENIMIENTO PARA REDUCIR SOBRECOSTOS EN COMPAÑÍA PERUANA DE PETRÓLEO GAS Y GASOLINA S.A.C; Trujillo 2023”

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS



Excluir citas Activo Excluir coincidencias < 1%
Excluir bibliografía Activo

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedicamos en primer lugar a Dios por permitirnos alcanzar nuestra meta de ser profesionales, y en especial a nuestra familia por su apoyo incondicional en todo momento y por ser nuestra motivación para ser mejores día a día.

AGRADECIMIENTO

Nuestro más sincero agradecimiento a la Ing. Mendoza, por habernos guiado en todo el proceso,
a Dios por darnos la capacidad de concretar este proyecto de vida y a nuestros padres, quienes
hicieron posible nuestra formación profesional y personal

Tabla de contenido

Jurado Evaluador	2
Informe de Similitud	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Tabla de Contenido	6
Índice de Tablas	7
Resumen.....	11
Capítulo I: Introducción.....	12
Capítulo II: Metodología.....	22
Capítulo III: Resultados	27
Capítulo IV: Discusión y Conclusiones	98
Referencias.....	102
Anexos	110

Índice de tablas

Tabla 1 Matriz de consistencia.....	24
Tabla 2 Matriz de operacionalización de variables	25
Tabla 3 Estaciones de servicio	27
Tabla 4 Cisternas de la compañía.....	28
Tabla 5 Clasificación de la mercadería inicial	29
Tabla 6 Orden en el almacén inicial.....	29
Tabla 7 Limpieza del almacén inicial	30
Tabla 8 Estandarización y disciplina inicial.....	30
Tabla 9 Rotación de inventarios inicial.....	31
Tabla 10 MTBF y MTTR inicial.....	32
Tabla 11 Disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad inicial	32
Tabla 12 Costeo CR (a) 1 Falta de procedimientos en almacén.....	34
Tabla 13 Costeo CR (a) 2 Diferencias en stock físico y sistema.....	35
Tabla 14 Costeo CR (a) 3 Incumplimiento del plan de trabajo.....	36
Tabla 15 Costeo CR (m) 1 Ausencia de herramientas e instrumentos para la ejecución del mantenimiento	37
Tabla 16 Costeo CR (m) 2 Gestión de mantenimiento mal implementado.....	38
Tabla 17 Costeo CR (m) 3 Fallos no previsibles en el sistema automotriz.....	39
Tabla 18 Costeo causas raíz área de almacén y mantenimiento.....	40
Tabla 19 Matriz de priorización.....	40
Tabla 20 Clasificación ABC – Multicriterio demanda y precio.....	43
Tabla 21 Resumen de análisis ABC – Multicriterio demanda y precio	61
Tabla 22 Procedimiento de preparación de pedidos y registros de salida.....	69
Tabla 23 Procedimiento de recepción de productos.....	69
Tabla 24 Descripción de elementos	72
Tabla 25 Matriz de criticidad de fallos.....	74
Tabla 26 Priorización de las fallas	74

Tabla 27 Análisis de modos y efectos de fallas.....	75
Tabla 28 Medidas preventivas sugeridas.....	81
Tabla 29 Desarrollo del TPM.....	85
Tabla 30 Clasificación de la mercadería después de la propuesta.....	88
Tabla 31 Orden en el almacén después de la propuesta.....	88
Tabla 32 Limpieza en el almacén después de la propuesta.....	89
Tabla 33 Estandarización y disciplina después de la propuesta.....	89
Tabla 34 Rotación de inventarios después de la propuesta.....	90
Tabla 35 MTBF y MTTR después de la propuesta.....	90
Tabla 36 Disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad después de la propuesta.....	91
Tabla 37 Costeo CR (a) 1 después de la mejora.....	92
Tabla 38 Costeo CR (m) 2 después de la mejora.....	93
Tabla 39 Ahorro proyectado después de las mejoras.....	94
Tabla 40 Inversión herramienta ABC.....	94
Tabla 41 Inversión herramienta 5s.....	95
Tabla 42 Inversión herramienta RCM.....	95
Tabla 43 Inversión herramienta TPM.....	95
Tabla 44 Costeo de la herramienta.....	96
Tabla 45 Costo por incurrir en la propuesta de mejora.....	96
Tabla 46 Costo por no incurrir en la propuesta de mejora.....	96
Tabla 47 Flujo de caja neto.....	96
Tabla 48 Resultados de análisis financiero.....	97

Índice de figuras

Figura 1 Diagrama de Ishikawa	33
Figura 2 Diagrama de Pareto	41
Figura 3 Diagrama de Pareto – Multicriterio demanda y precio.....	61
Figura 4 Diagrama de flujo de clasificación (SEIRI).....	63
Figura 5 Tarjeta Roja (SEIRI).....	64
Figura 6 Circulo de frecuencia de uso (SEITON).....	65
Figura 7 Programación de limpieza mensual (SEISO)	66
Figura 8 Check list de verificación (SEIKETSU).....	67
Figura 9 Cronograma de capacitaciones (SHITSUKE)	68
Figura 10 Cronograma de implementación 5s	70

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 Número prioritario de riesgo.....	16
Ecuación 2 MTBF.....	18
Ecuación 3 MTTR.....	18
Ecuación 4 Rotación de inventarios.....	18
Ecuación 5 Disponibilidad.....	20
Ecuación 6 Confiabilidad.....	20
Ecuación 7 Mantenibilidad.....	20
Ecuación 8 Mantenimiento de tasa de fallas.....	20
Ecuación 9 Mantenimiento de tasa de reparaciones.....	21

RESUMEN

Este trabajo tuvo por objetivo determinar en qué medida el diseño de gestión de almacén y mantenimiento reduce los sobrecostos en Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C; Trujillo 2023. Para el desarrollo de esta investigación se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa que permitió identificar los problemas en base al análisis del sobrecosto generado por cada causa raíz; mediante un diagrama de Pareto se clasificó gráficamente la información, obteniendo como problemas más importantes la falta de procedimientos en almacén y una gestión de mantenimiento mal implementada, para los cuales se propuso la aplicación de herramientas de ingeniería industrial que mitiguen sus consecuencias. Aplicando la clasificación ABC y 5s en el almacén, se consiguió mejorar la clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina en 50.48%, 55.96%, 43.38%, 46.50% y 46.75% respectivamente, también aumentó la rotación de inventarios en 44.38%; asimismo, tras aplicar TPM y RCM se aumentó los indicadores de disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad en 11.52%, 6.05% y 33.84%. Es entonces que, el diseño de gestión de almacén y mantenimiento en la empresa permitió reducir los sobrecostos operativos en un 46.75% y 34.71% en cada área respectivamente, generando un ahorro total de S/162,095.12 para la compañía.

PALABRAS CLAVES: ABC, 5s, RCM, TPM, reducción sobrecostos.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A nivel mundial, según Campo (2018) las estaciones de servicio no presentaron un margen de ganancia sobre el precio de compra de los combustibles que les permitiera recuperar sus elevados costos operativos y dejar una rentabilidad razonable. Es por ello que Ramírez et al. (2020) en un estudio realizado en las estaciones Pemex (México) afirmaron que fue fundamental identificar estrategias que beneficien a la comercialización y posicionamiento de las marcas de estaciones de servicio y la implementación de innovaciones. Asimismo, Guamán et al. (2020) analizaron la industria petrolera en Venezuela y consideraron que fue importante implementar herramientas para la toma de decisiones en el sector comercializador de combustible a la hora de evaluar sus necesidades de liquidez e inversión.

Dentro del territorio nacional, Ochoa (2018) afirmó que según información de la Asociación de Grifos y Estaciones de Servicio del Perú se tuvo un total de 4,732 establecimientos, siendo Lima y Callao donde se concentra el 17.6% del total, mientras que a nivel nacional se cuenta con 2,837 grifos estaciones de servicio (EE.SS.), 942 EE.SS. con gasocentro de GLP y en menor cantidad EE.SS. con gasocentro GNV y grifos flotantes. Según indicaron Patriau et al. (2017), una de las cadenas con más presencia fue Primax, seguido por Repsol, Pecs y Petroperú, las cuales, tuvieron como estrategia de crecimiento afiliar estaciones de servicios existentes para tener exclusividad de la venta de su producto. En ese contexto, León et al. (2016) afirmaron que el sector se vio afectado por factores como la variación de precios internacionales, informalidad en la comercialización y escasez de fuentes de energía, que influyeron en la volatilidad de sus precios y afectaron de gran manera en la oferta y la demanda.

Según el último reporte emitido por la Producción Nacional del INEI (2023), se mencionó que el sector de minería e hidrocarburos registró un desempeño positivo de 3,10%, explicado por la mayor producción de los subsectores minería (3,14%) e hidrocarburos (2,81%). En el mismo contexto, el departamento de la Libertad mostró resultados positivos en un aumento del 2% con respecto al primer trimestre del 2022, cabe enfatizar que estos resultados fueron producto del aumento de la demanda interna y externa de combustible (Comex Perú, 2023).

Dentro de esta realidad se encontró a la empresa Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., que se dedica a la comercialización de combustibles a nivel nacional, cuenta con grifos en las ciudades de Trujillo, Chimbote y Chiclayo, conformada por siete estaciones de servicio con gasocentro de GLP, de las cuales cinco están abanderadas por la red REPSOL. La competitividad en el mercado y la demanda constante obligó a la empresa a replantear y optimizar los tiempos de reparación de sus máquinas, deduciendo que la falta de repuestos y/o herramientas en almacén ocasiona retrasos y pérdidas económicas. Asimismo, como parte de su cadena de aprovisionamiento, posee una flota de vehículos que se compone por seis cisternas que se encontraron en constante reparación debido a fallas y averías no detectadas a tiempo, lo que limita la correcta operatividad de la compañía.

Es por ello que, el presente trabajo se realizó a fin de demostrar el impacto económico y productivo de la aplicación de metodologías de ingeniería industrial en los problemas que se presentan en una estación de servicio, en este caso, en la gestión de almacén y mantenimiento de la empresa Compañía Peruana de Gas y Gasolina S.A.C.; pues, tal como afirmaron Olaniran et al. (2015), los inconvenientes que puedan surgir en estas áreas generan un impacto directo en los costos operativos que generan gastos adicionales imprevistos conocidos como sobrecostos. A fin

de reducirlos, se propuso un diseño de mejora en el que se aplicaron las herramientas ABC, 5S, RCM y TPM tanto para el diagnóstico e implementación de las alternativas de solución.

Para el desarrollo de este trabajo se tomaron como referencia las siguientes investigaciones relacionadas a la materia de estudio:

Medrano et al. (2019) tuvo como objetivo implementar la metodología 5S en un almacén de refacciones a fin de mejorar las condiciones de trabajo; los resultados luego de la implementación fueron satisfactorios, ya que logró una mejora significativa en la clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina del almacén en 55%, 50%, 30%, 43% y 43% respectivamente. Asimismo, permitió incrementar progresivamente el desempeño y eficiencia de los colaboradores gracias a la responsabilidad y compromiso de todo el equipo.

Causil (2020) buscó desarrollar un diseño de un modelo de mantenimiento aplicando la metodología RCM para los equipos de suministro de combustible de la empresa DISTRACOM S.A. en la ciudad de Montería, Colombia, con el cual incrementó la fiabilidad de los equipos de la empresa mediante la correcta implementación de las acciones de mantenimiento propuestas, logró reducir los tiempos de respuesta en 42% del tiempo actual y por ende una disminución en gastos de viáticos y demás hasta en un 42%, que representan aproximadamente \$11.000.000 mensuales.

Bazán y Caicay (2021) en su tesis “Mejora de la gestión del almacén de ingeniería de un operador logístico para reducir los costos operacionales” logró un incremento en la rotación de inventarios de 60% a 86% al implementar la metodología ABC para una correcta segmentación de su mercadería y actualización de la distribución del almacén, reduciendo significativamente los sobrecostos de la empresa en 43.13%. Asimismo, la empresa obtuvo un VAN de 31,8 millones de soles y una TIR de 74%.

Perales (2020) consiguió diseñar un plan de mantenimiento basado en la metodología TPM para optimizar la productividad de las unidades vehiculares de la empresa Servosa Gas SAC – Chiclayo calculando como este optimizó la disponibilidad y confiabilidad de las unidades vehiculares de la empresa. Con ello determinó que el valor de la confiabilidad del MTBF proyectado con los planes de mantenimiento propuesto es de 99.2% de las 18 unidades vehiculares, es decir se obtuvo que el valor de la probabilidad de fallas de 189.25 horas fue del 99.2%, finalmente, el análisis económico revela que con un valor actual neto de S/ 21,416.06, y una tasa interna de retorno de 20.6%, se hizo factible la realización de la indagación.

Chiguala y Vásquez (2021) en su tesis titulada “Implementación de las 5S, ABC de inventarios y kardex para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Norpiel S.R.L, Trujillo, 2021” identificaron una pérdida anual en la compañía de S/ 4,136.03 generado por la falta de orden y mantenimiento, ausencia de control de actividades en los trabajadores, inexistencia de distribución en planta, falta de clasificación y control en inventarios, así como una falta de sistema ABC; luego de implementar las herramientas de mejora, se logró reducir los costos en un 49.15%, asimismo se obtuvo un VAN de S/ 2585.6 , un TIR de 15% superior al COK de 10% y un beneficio costo de 7.37.

Guarniz (2018) diseñó de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para aumentar la disponibilidad de los activos físicos de los camiones cisterna del Consorcio JRamírez E.I.R.L, para lo cual evaluó los indicadores de mantenimiento en condiciones iniciales de los camiones cisterna, analizó la criticidad de los activos físicos y elaboró un diseño de RCM, obteniendo una reducción de 1784 horas perdidas que lograron aumentar la disponibilidad en un rango de 7.6% - 12.7% (antes 84.07% - 90.44%), la confiabilidad 7.9% - 15% (antes 81.35% - 90.26%) y manteniendo una mantenibilidad constante (entre 52.38% - 75.55%). Es así que el

consorcio JRamírez E.I.R.L obtuvo un beneficio de 190,927.90 S/ /año, con una inversión en equipos de S/ 235,993.15 con un retorno operacional de la inversión de 15 meses.

Algunos conceptos claves a considerar para el desarrollo del presente trabajo son:

Análisis de Modos y Efectos de Falla

Andrade y Herrera (2018) afirmaron que dentro de la estructura general de un sistema de gestión de mantenimiento RCM, se encuentra en Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF) como una de sus principales herramientas de apoyo. Es así que, Ortiz et al., (2013) señalaron que consiste en una técnica sistemática diseñada para identificar problemas o para realizar un análisis de modos de fallo y efectos. Esta metodología se implementa comenzando con una lista detallada de todos los componentes pertenecientes al sistema que se analiza por medio de una estructura jerárquica. Para cada componente, se identifican todos los modos de falla conocidos; y se hace una lista de los efectos en el siguiente nivel. Finalmente, para cada uno de ellos se lista la severidad del efecto y se determinan las medidas preventivas que eviten o amortigüen los efectos de los fallos mediante la fórmula del Número Prioritario de Riesgo (ecuación 1).

Ecuación 1

Número prioritario de riesgo

$$NRP = Severida + Ocurrencia + Detección$$

Metodología 5s

Es una herramienta que busca establecer y estandarizar una serie de rutinas de orden y limpieza en el puesto de trabajo (Manzano y Gisbert, 2016). Las 5s tiene por finalidad ejecutar cambios ágiles y rápidos con una visión a largo plazo, en la que participen activamente todas las personas de la organización para idear e implementar mejoras (Aldavert et al., 2016). Esta metodología consiste en 5 fases, las cuales se detallan a continuación:

SEIRI (Clasificar): La primera S, consiste en separar todo aquello que no es necesario en el puesto y asegurarnos de contar con todo lo necesario para el próximo trabajo, bajo esta ideología tendremos un stock reducido, contando con un mayor espacio y mejor aspecto visual del ambiente (Moran y Chávez, 2022)

SEITON (Ordenar): Una vez eliminado los materiales y/o tareas innecesarias, hay que ordenar lo que se necesita realmente para trabajar. Cada herramienta, materia prima, debe tener un lugar asignado y único. Aplicando ello se reducirá los tiempos de búsqueda, movimientos innecesarios dentro del área, asimismo evitará pérdidas de material (Contreras y Zare, 2019).

SEISO (Limpiar): Consiste en identificar y depurar las fuentes de suciedad, asegurando que los puestos de trabajo se encuentren en óptimas condiciones, a fin que cuando alguien requiera utilizar algo, todo esté listo para su uso. (Lean Solution, 2017).

SEIKETSU (Estandarizar): Implica estandarizar y mantener las 3 primeras S, es decir que cada actividad ejecutada anteriormente se repita constantemente de manera sistematizada, convirtiéndolo en un hábito para los colaboradores. (Lean Solution, 2017)

SHITSUKE (Disciplina): La última fase consiste en que la metodología permanezca en la empresa como un hábito mediante el entrenamiento y la capacitación constante a fin de eliminar malos hábitos y conseguir los buenos para un mayor crecimiento (Lean Solution, 2017).

RCM - Mantenimiento centrado en la confiabilidad

Emovon et al. (2016) afirmaron que poseer activos fijos de transporte implica disponibilidad y confiabilidad de las unidades, siendo importante cumplir adecuados procesos que mantengan y alarguen la vida útil de los mismos, para ello existen diferentes metodologías como lo es el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), el cual lo definen como un proceso que garantiza que cualquier activo físico siga operando para cumplir sus funciones previstas en su

contexto actual. Andrade y Herrera (2021) manifestaron que la aplicación del RCM comprende 3 etapas: prerequisites de análisis, identificación de componentes críticos y registro de resultados técnicos y económicos. Lo cual permite establecer acciones periódicas de tipo preventivas en las empresas, logrando que exista una disminución de posibles fallas y conocerlas con anticipación (Ramírez et al., 2018).

García (2011) señaló que para medir la eficiencia del RCM es necesario el desarrollo de indicadores de gestión como el Tiempo promedio entre fallas (MTBF) y Tiempo promedio para reparar (MTTR) que se observa en la ecuación 2 y 3 respectivamente.

Ecuación 2

MTBF

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ horas totales del periodo de tiempo analizado}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

Ecuación 3

MTTR

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por averías}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

Rotación de inventario

Uno de los indicadores de la gestión de almacén es el nivel de rotación, este indicador permite determinar el número de veces que se renuevan las existencias que se ubican dentro del almacén en un periodo de tiempo determinado (La Fuente, 2017). La fórmula para su medición se muestra en la ecuación 4.

Ecuación 4

Rotación de Inventarios

$$Rotacion \text{ de inventario} = \frac{Ventas \text{ totales}}{Inventario \text{ promedio}}$$

Teoría de costos ABC

Una de las mejores herramientas para mejorar un sistema de costeo es el costeo basado en actividades (ABC), pues permite identificar actividades individuales como los objetos de costos fundamentales (Arellano et al., 2017). Este modelo consiste en clasificar los productos en 3 categorías: A: representa al 20% de los productos más importantes, del cual se debe tener un control muy estricto, B: representa el 30% que están en el medio entre los de mayor y baja importancia y por último la C: representa a los de baja importancia los cuales se deben controlar, pero con menor rigor (Rivera, 2014). Su correcta implementación permite que las empresas incrementen su rentabilidad mediante la priorización de artículos más importantes en la bodega, considerando diferentes factores como localización y rotación, siendo una labor que beneficia la distribución del almacén, lo cual reduce tiempos y movimientos en la organización (Macías et al., 2018).

TPM – Mantenimiento Productivo Total

Jain et al., (2014) mencionaron que el concepto de TPM se usa al referirse a mantener el equipo en condiciones óptimas para evitar averías inesperadas, pérdidas de velocidad y defectos de calidad derivados de actividades del proceso; consiguiendo como objetivo final cero defectos, cero accidentes y cero averías. Fernández (2018) afirmó que los pilares en los que se sustenta el TPM son una serie de procesos fundamentales para la construcción de un sistema de producción ordenado, los cuales son: Mejora enfocada o Método Kaizen para maximizar la efectividad; Mantenimiento autónomo o Jisho Hozen que involucra la participación del personal; Mantenimiento programado; Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen; Prevención del Mantenimiento; Mantenimiento de áreas soporte; Polivalencia y desarrollo de actividades para interpretar y actuar de acuerdo con las condiciones establecidas; y la Seguridad y el Entorno.

Es entonces que, tal como indicaron Kullkarni y Dabade (2013) el TPM es una relación sinérgica entre todas las funciones de la organización, por lo que la participación total de todos los empleados en una característica importante junto con la eficacia total y el sistema de mantenimiento total medido a través de indicadores de análisis global, detallados en las ecuaciones 5-9.

Ecuación 5

Disponibilidad

$$\text{Disponibilidad} = \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) * 100\%$$

Ecuación 6

Confiabilidad

$$\text{Confiabilidad} = \left(e^{\frac{-FR * TTO}{n}} \right) * 100\%$$

Donde:

- TTO: Tiempo total de operación
- FR: mantenimiento de tasa de fallas
- n: intervalo de datos

Ecuación 7

Mantenibilidad

$$\text{Mantenibilidad} = \left(1 - e^{\frac{-RR * TTO}{n}} \right) * 100\%$$

Donde:

- RR: mantenimiento de tasa de reparaciones

Ecuación 8

Mantenimiento de tasa de fallas

$$FR = \left(\frac{1}{MTBF} \right)$$

Ecuación 9

Mantenimiento de tasa de reparaciones

$$RR = \left(\frac{1}{MTTR}\right)$$

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida el diseño de gestión de almacén y mantenimiento influye en los sobrecostos en Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C.; Trujillo 2023?

1.3. Objetivos

Objetivo general: Determinar en qué medida el diseño de gestión de almacén y mantenimiento influye en los sobrecostos en Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C; Trujillo 2023.

Objetivos específicos:

- Determinar los sobrecostos operativos en las áreas de almacén y mantenimiento antes del diseño y sus causas raíz.
- Elaborar un diseño de mejora en las áreas de almacén y mantenimiento según metodologías de ingeniería industrial.
- Determinar los sobrecostos operativos en las áreas de almacén y mantenimiento después del diseño.
- Evaluar económica y financieramente el impacto del diseño en los sobrecostos operativos.

1.4. Hipótesis

El diseño de gestión de almacén y mantenimiento reduce en 35% los sobrecostos en Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., Trujillo 2023

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Enfoque, nivel, alcance y diseño de la investigación

Las investigaciones presentan diferentes tipos o clasificaciones según el enfoque que se le dé, el presente trabajo según el enfoque del estudio fue de tipo cuantitativo de nivel descriptivo con diseños no experimentales longitudinales, pues como afirmó Álvarez (2020) en este tipo de investigación no se manipuló las variables por parte de los investigadores y se comparó valores de las variables en diferentes ocasiones ya sea en futuro presente o pasado. Según el conocimiento perseguido fue de tipo aplicada ya que se fundamenta en lo que mencionó Lozada (2014), que se buscó la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad. Según el alcance de investigación fue de tipo descriptiva, puesto que como sustentó Tinto (2013), se realizó una medición precisa de las variables en la población definida. Finalmente, se representó de la siguiente manera:

$$G: O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

Donde:

G: Grupo experimental: Actividades del área almacén y mantenimiento.

O1: Observación antes del tratamiento: Sobrecostos antes del diseño.

X: Tratamiento: Teorías ABC, 5s, RCM y TPM.

O2: Observación después del tratamiento: Sobrecostos después del diseño.

Población y muestra del estudio

Por otro lado, fue necesario analizar la fuente de donde se obtuvo los datos para desarrollar las teorías de ABC, 5s, RCM y TPM empleadas para dar solución a la problemática detallada previamente. La población estuvo conformada por las actividades de todas las áreas de la empresa

Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C y la muestra fueron las actividades de las áreas de almacén y mantenimiento.

Materiales

Los materiales que se emplearon en el presente estudio de investigación fueron los siguientes: Laptop, cuaderno de anotaciones, documentos con información de la empresa, celular y material de escritorio.

Instrumentos

Romo (2015) señaló que una de las técnicas e instrumentos ideales para la recolección de datos para variables de tipo cuantitativas, como en este caso, es la observación mediante la lista de cotejos, en la cual se enlistan las características, aspectos o cualidades cuya presencia o ausencia se busca determinar. Por su parte, Villavicencio et al. (2016) plantearon que se puede realizar cuestionarios, los cuales consisten en definir una población de individuos y aplicarles preguntas sobre un aspecto determinado para conocer el valor poblacional de la variable.

Métodos

Para la ejecución del presente trabajo, se consideró en primera instancia la formulación de una serie de preguntas con las que se entrevistó al gerente general sobre la situación actual de la empresa que permitió obtener información necesaria para iniciar con el proyecto de investigación, de la cual se identificó los problemas que generaron mayores sobrecostos en la compañía con respecto al área de almacén y mantenimiento. Posteriormente, se realizaron check list, cuestionarios, entrevistas, hoja de observación, entre otros como técnicas para la obtención de datos claves para el desarrollo de nuestras variables de investigación de enfoque tipo cuantitativa. El proceso para la obtención de datos y la investigación se visualiza en el anexo 1 y 2 respectivamente.

A fin de sistematizar, analizar e interpretar los procedimientos de la investigación se presenta la tabla 1, donde se detallaron aspectos importantes a considerar.

Tabla 1

Matriz de consistencia

Problema General	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
¿En qué medida el diseño de gestión de almacén y mantenimiento reduce los sobrecostos en Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C; Trujillo 2023?	General:			Tipo de Investigación: Cuantitativo Nivel de investigación: Descriptivo Diseño de investigación: No experimental longitudinal Unidad de Estudio: Comercialización de combustible. Población: Actividades de todas las áreas de la empresa Muestra: Actividades de las áreas de almacén y mantenimiento Técnicas: Observación y encuestas Instrumentos de recolección de datos:
	Específicos: · Determinar los sobrecostos operativos en el área de almacén y mantenimiento antes del diseño y sus causas raíz. · Elaborar un diseño de mejora en las áreas de almacén y mantenimiento según metodologías de ingeniería industrial. · Determinar los sobrecostos operativos en las áreas de almacén y mantenimiento después del diseño. · Evaluar económica y financieramente el impacto del diseño en los sobrecostos operativos	El diseño en la gestión de almacén y mantenimiento según teorías de ABC, 5s, RCM y TPM reduce en 35% los sobrecostos en Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C; Trujillo 2023.	Variable 1: Gestión de almacén y mantenimiento Variable 2: Sobrecostos operativos	Lista de cotejos y cuestionarios.

En la tabla 2 se muestra la operacionalización de las variables independientes y dependiente.

Tabla 2

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
		Clasificación de la mercadería	$\frac{\text{Mercadería ubicada según su zona}}{\text{Total de la mercadería}} * 100$
Variable independiente:	La gestión de almacenes tiene como finalidad optimizar un área logística funcional que actúa en dos etapas de flujo como lo son el abastecimiento y la distribución física, siendo así la gestión una de las actividades más importantes para el funcionamiento de una empresa (Vidarte, 2016)	Orden en el almacén	$\frac{\text{Mercadería ordenada según categoría}}{\text{Total mercadería}} * 100$
		Limpieza del almacén	$\frac{\text{Área limpia}}{\text{Área total}} * 100$
		Estandarización de procesos	$\frac{\text{Procesos estandarizados}}{\text{Total de procesos}} * 100$
		Disciplina en procesos	$\frac{\text{Cumplimiento de fases}}{\text{Total de fases}} * 100$
Gestión de almacenes y mantenimiento	La gestión de mantenimiento consiste en un conjunto de operaciones y trabajos que se hacen sobre los componentes o sistemas de una máquina; o bien de restituirlo si ha dejado de funcionar correctamente por causa de una avería; con el propósito de incrementar su disponibilidad y mantener su buen funcionamiento a bajo costo (Gonzales, 2013)	Rotación de inventarios	$\frac{\text{Total de repuestos atendidos al mes}}{\text{Inventario promedio al mes}} * 100$
		Tiempo útil de funcionamiento previo a una falla	$\frac{\text{Nº horas totales del periodo analizado}}{\text{Nº de averías}}$
		Tiempo de retorno a la operatividad	$\frac{\text{Nº de horas de paro por averías}}{\text{Nº de averías}}$
		Probabilidad de operatividad de las cisternas	$\left(\frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}\right) * 100\%$
		Probabilidad de funcionamiento correcto en un tiempo determinado	$\left(e^{\frac{-\text{FR} * \text{TTO}}{100}}\right) * 100\%$
		Probabilidad de funcionamiento entre mantenimientos	$\left(1 - e^{\frac{-\text{RR} * \text{TTO}}{100}}\right) * 100\%$
Variable dependiente: Sobrecostos de operación	Hansen y Mowen (2007) señalaron que el costo de operación es "el efectivo o equivalente de efectivo que se sacrifica para obtener bienes y servicios que se espera que aporten un beneficio actual o futuro para la organización", en ese sentido, los sobrecostos hacen referencia a los	Sobrecosto de mano de obra	$\text{Tiempo perdido} * \text{Costo MO}$
		Sobrecosto por compras locales de repuestos	$(\text{PV local} - \text{PV al por mayor}) * Q \text{ repuestos}$
		Sobrecosto por diferencia de stock	$(\text{Stock teórico} - \text{stock físico}) * \text{PV repuesto}$

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
	excesos que se generan fuera del presupuesto inicial asignado para dicho fin. Es por ello que se identifica a los costos como un aspecto clave que debe ser planificado y controlado en el que se debe tener en cuenta la clasificación de los costos. Sánchez (2013) señaló que se presentan tres tipos de costos de acuerdo con su identificación con el objeto de estudio: Los costos de materia prima directa y mano de obra directa, que están relacionados directamente a los productos, y los costos indirectos, estos al ser indirectos son de difícil asignación a los productos, entre los que se encuentran los costos por mantenimiento y almacenaje.	Sobrecosto por la reparación de la falla	Σ Compra de repuestos
		Sobrecosto por servicios adicionales para atender la inoperatividad de la cisterna	Σ (Servicio de terceros + Flete + Viáticos)
		Sobrecosto por la compra de combustible para cumplir con el stock solicitado	Q combustible faltante * (PV local - PV al por mayor)

Aspectos éticos: Cabe mencionar que la presente investigación se ejecutó en base a los tres principios éticos básicos de investigación, descritos en el Informe Belmont: Respeto por las personas, beneficencia y justicia (Viera, 2018). Estos principios sirvieron como justificación para dirigir y evaluar las acciones humanas, asimismo estuvieron orientados a garantizar el bienestar de los participantes de la investigación (Delclós, 2018). En cumplimiento de la Ley Peruana de Protección de Datos Personales, los datos brindados por la empresa fueron usados íntegramente para temas académicos, sin fines de divulgación y/o utilización comercial de tal información.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Determinar los sobrecostos operativos en las áreas de almacén y mantenimiento antes del diseño y sus causas raíz.

Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C. es una empresa peruana propietaria de una cadena de grifos en las ciudades de Chimbote, Santa, Trujillo y Chiclayo, abanderadas por la red REPSOL. Cuenta con más de 5 años de experiencia en el mercado de hidrocarburos (líquidos y GLP), encargados de brindar la mejor atención en el abastecimiento de combustible a todas las personas con vehículos pesados y livianos.

Actualmente, la empresa cuenta con 7 estaciones de servicio y 6 unidades propias para el transporte de hidrocarburos gaseosos y líquidos que son de tipo aislado presurizados, diseñados para cargas simples y múltiples, el detalle se encuentra en la tabla 3 y 4.

Tabla 3

Estaciones de servicio

EE. SS.	Dirección
1	Av. América Oeste Mz. Z Lote 20 Urb. Natasha - Trujillo
2	Se encuentra ubicado en Av. Túpac Amaru 1561, Urb. Alto Mochica - Trujillo
3	Juan Pablo II, Victor Larco Herrera 13009 - Trujillo
4	Av. América Norte 1300 Urb. Los Jardines - Trujillo
5	Panamericana Norte 443.5, en el distrito Santa - Chimbote
6	Mz. X2 Lote 04, P.J. Miraflores Alto - Chimbote
7	Mz. C Lote 12 Urb. Las Garzas de Villa Urb. La Victoria - Chiclayo

Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

Tabla 4*Cisternas de la compañía*

Placas Tracto	Placas Cisterna	Marca	Modelo	Color	Ejes Tracto	Ejes Carrocería	Uso	Capacidad de carga (gal)	Año
BFG-735	THX-974	Foton	BJ4269SMFKB-50	rojo	3	6	Líquidos	9.04k	2020
BRD-885	TLO-992	Foton	BJ4269SNFKB-A4	rojo	3	6	Líquidos	9.04k	2022
C6O-811		Volkswagen	Worker	verde			GLP	6k	2007
T0V-869	ATI-990	Sinotruck	ZZ4255N3246E1	blanco	3	6	GLP	14k	2020
BNT-764	BBD-992	Foton	BJ4269SNFKB-A4	blanco	3	6	GLP	14k	2022
BSY-878	BDN-973	Sinotruk	ZZ4257V324HE1B	blanco	3	6	GLP	14.5k	2022

Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

Debido al rubro en el que se encuentra la empresa, con constantes reparaciones de unidades vehiculares y mantenimiento de las estaciones de servicio, lo ideal sería que se cuente con un área de almacén implementado a fin de tener la disponibilidad de las piezas para minimizar tiempos de reparación así como un costo menor en comparación al tener que comprar del momento en proveedores locales, sin embargo este no es el caso de Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., ya que la empresa no cuenta con un plan de trabajo preventivo definido de las áreas lo cual permita provisionar las compras y contar con un almacén implementado de los repuestos de mayor rotación. En las tablas 5-9 se detalla el diagnóstico actual del área.

Tabla 5

Clasificación de la mercadería inicial

Mes	Mercadería ubicada según su zona (und)	Total de mercadería (und)	Clasificación de la mercadería
Enero	135	364	37.09%
Febrero	412	993	41.49%
Marzo	131	314	41.72%
Abril	274	600	45.67%
Mayo	224	604	37.09%
Junio	382	881	43.36%
Julio	132	342	38.60%
Agosto	248	547	45.34%
Setiembre	303	640	47.34%
Octubre	178	383	46.48%
Noviembre	394	812	48.52%
Diciembre	114	314	36.31%
Promedio	244	566	42.42%

Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

Tabla 6

Orden en el almacén inicial

Mes	Mercadería ordenada según categoría (und)	Total de mercadería (und)	Mercadería ordenada
Enero	115	364	31.59%
Febrero	315	993	31.72%
Marzo	104	314	33.12%
Abril	194	600	32.33%
Mayo	197	604	32.62%
Junio	285	881	32.35%
Julio	125	342	36.55%
Agosto	209	547	38.21%
Setiembre	224	640	35.00%
Octubre	135	383	35.25%
Noviembre	264	812	32.51%
Diciembre	119	314	37.90%
Promedio	191	566	34.10%

Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

Tabla 7

Limpieza del almacén inicial

Mes	Espacio limpio (mts ²)	Espacio total del almacén (mts ²)	Limpieza del área
Enero	25	48	52.08%
Febrero	20	48	41.67%
Marzo	21	48	43.75%
Abril	24	48	49.38%
Mayo	21	48	43.75%
Junio	24	48	50.00%
Julio	26	48	54.28%
Agosto	23	48	47.07%
Setiembre	23	48	47.41%
Octubre	24	48	50.00%
Noviembre	25	48	52.08%
Diciembre	23	48	47.92%
Promedio	23	48	48.28%

Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

Tabla 8

Estandarización y disciplina inicial

Mes	Estandarización	Disciplina
Enero	44.00%	45.00%
Febrero	47.00%	46.00%
Marzo	51.00%	50.00%
Abril	45.00%	54.00%
Mayo	48.00%	50.00%
Junio	50.00%	47.00%
Julio	47.00%	48.00%
Agosto	46.00%	43.00%
Setiembre	43.00%	50.00%
Octubre	46.00%	47.00%
Noviembre	48.00%	45.00%
Diciembre	51.00%	48.00%
Promedio	47.17%	47.75%

Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

Tabla 9

Rotación de inventarios inicial

Mes	Total de repuestos atendidos al mes (und)	Inventario promedio al mes (und)	Rotación de inventario
Enero	201	364	55.22%
Febrero	537	993	54.08%
Marzo	139	314	44.27%
Abril	240	600	40.00%
Mayo	333	604	55.13%
Junio	406	881	46.08%
Julio	192	342	56.14%
Agosto	307	547	56.12%
Setiembre	333	640	52.03%
Octubre	211	383	55.09%
Noviembre	390	812	48.03%
Diciembre	145	314	46.18%
Promedio	287	567	50.70%

Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

En lo que respecta al área de mantenimiento se tiene documentación histórica desordenada y limitada desde el año 2022 hacia adelante, no se ha implementado la aplicación de indicadores ni reportes periódicos que sean supervisados o auditados por personal especializado, asimismo se tiene un plan de mantenimiento preventivo deficiente, en el que solo se toma en consideración el kilometraje de las piezas para el cambio o reparación, sin contar con equipos especializados que apoyen a la medición de la vida útil de las piezas críticas del sistema automotriz de las cisternas. Los mantenimientos son frecuentemente de tipo correctivo y muchas veces las fallas se han presentado en el trayecto a la planta de abastecimiento quedando la estación sin stock. En las tablas 10 y 11, se desarrollan ecuaciones que permitirán tener un panorama de la situación actual del área de mantenimiento.

Tabla 10

MTBF y MTTR inicial

Mes	N° viajes al mes	Hrs viajes al mes	Frecuencia de fallas	MTBF	Hrs de paro	MTTR
Enero	8	149.22	10	14.92	30.05	3.00
Febrero	8	141.80	10	14.18	31.39	3.14
Marzo	7	129.60	7	18.51	27.66	3.95
Abril	3	55.20	2	27.60	15.17	7.59
Mayo	5	79.12	4	19.78	19.94	4.98
Junio	8	118.43	8	14.80	25.05	3.13
Julio	7	121.23	6	20.21	23.41	3.90
Agosto	5	87.78	4	21.95	21.20	5.30
Setiembre	5	94.18	4	23.54	19.13	4.78
Octubre	6	112.40	7	16.06	24.48	3.50
Noviembre	7	130.64	7	18.66	25.05	3.58
Diciembre	6	109.12	6	18.19	22.99	3.83
Promedio	6	110.73	6	17.72	23.79	3.81

Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

Tabla 11

Disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad inicial

Mes	Disponibilidad	Confiabilidad	Mantenibilidad
Enero	83.24%	71.65%	80.90%
Febrero	81.88%	71.65%	77.82%
Marzo	82.41%	79.19%	66.49%
Abril	78.44%	93.55%	21.54%
Mayo	79.87%	87.52%	41.09%
Junio	82.54%	76.59%	71.66%
Julio	83.82%	81.87%	64.50%
Agosto	80.55%	87.52%	42.42%
Setiembre	83.12%	87.52%	48.13%
Octubre	82.11%	79.19%	65.74%
Noviembre	83.91%	79.19%	70.39%
Diciembre	82.60%	81.87%	61.29%
Promedio	82.04%	81.44%	59.33%

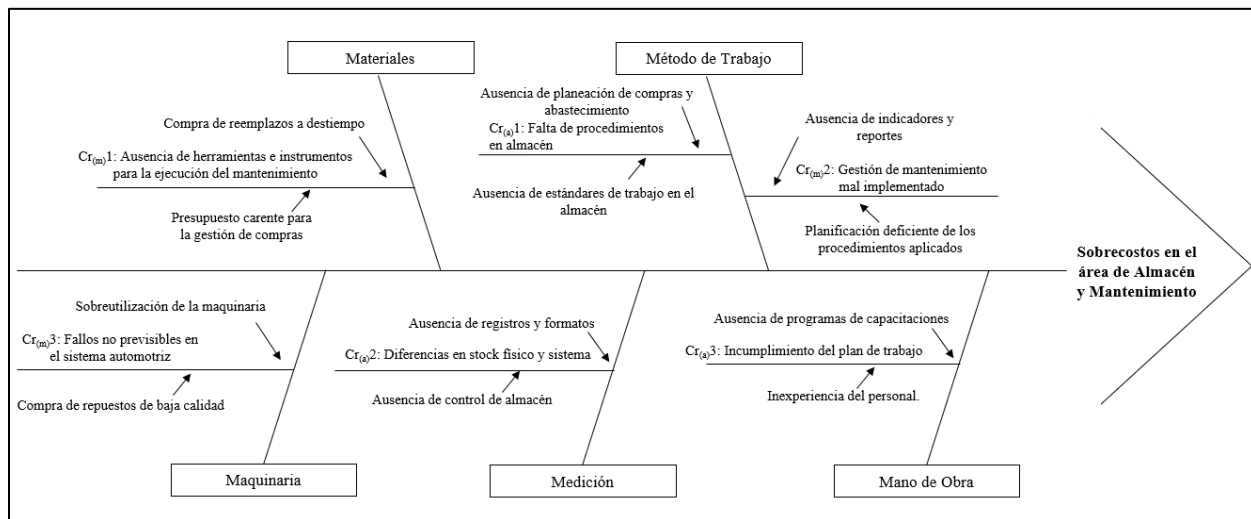
Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

Debido a que la empresa posee estaciones y unidades propias, se cuenta con áreas de mantenimiento y transportes para las reparaciones correspondientes, sin embargo, en dichas áreas no se tiene un almacén implementado con los materiales de mayor rotación, ello genera que retrasen las reparaciones y se incurra en sobrecostos.

Se identificó que, de todas las áreas de la empresa, las áreas de almacén y mantenimiento presentan diversos problemas que generan significativos costos adicionales a lo presupuestado; las causas de estos de detallan a continuación en el diagrama de Ishikawa (ver figura 1).

Figura 1

Diagrama de Ishikawa



Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

Se clasificaron los problemas en cinco grupos: materiales, método de trabajo, maquinaria, medición y mano de obra, de los cuales se desprenden las causas raíz tanto del área de almacén CR(a) y del área de mantenimiento CR(m). Una vez realizado ello, se procedió a costear cada problema a fin de encontrar los que sean de relevancia para la empresa mediante el diagrama de Pareto. A continuación, en las tablas 12-17, se presenta el costeo de cada una de las causas raíz elaboradas con información de enero a diciembre del 2023.

Tabla 12

Costeo CR (a) I Falta de procedimientos en almacén

ÁREA	Enero (S/.)	Febrero (S/.)	Marzo (S/.)	Abril (S/.)	Mayo (S/.)	Junio (S/.)	Julio (S/.)	Agosto (S/.)	Setiembre (S/.)	Octubre (S/.)	Noviembre (S/.)	Diciembre (S/.)
MANTENIMIENTO	4,466.49	5,972.67	945.70	887.62	1,624.50	2,284.15	1,231.02	186.50	2,325.22	359.70	1,335.22	502.40
Surtidores	1,844.52	5,786.17	188.00	572.32	808.20	1,707.98	572.32	-	1,568.52	-	572.32	286.00
Sistema eléctrico	1,851.90	3.50	361.50	7.50	594.90	74.10	350.90	3.50	361.50	7.50	594.90	20.10
Gasfitería	362.60	40.00	23.70	172.80	25.00	68.50	172.80	25.00	23.70	187.80	15.00	71.30
Pintado	65.00	35.00	65.00	35.00	65.00	35.00	65.00	35.00	65.00	35.00	65.00	35.00
Mtto Compresora	18.00	12.00	35.50	12.00	18.00	29.50	18.00	12.00	35.50	12.00	18.00	12.00
General	324.47	96.00	272.00	88.00	113.40	369.07	52.00	111.00	271.00	117.40	70.00	78.00
TRANSPORTES	40,101.48	18,374.17	14,245.82	13,477.55	19,065.18	25,231.38	14,088.46	11,105.04	14,010.79	10,216.33	15,520.42	6,650.89
Filtros	3,197.75	-	2,372.47	825.28	2,372.47	-	3,197.75	-	2,372.47	825.28	2,372.47	-
Lubricantes	159.36	5,195.48	130.65	696.89	495.30	5,046.96	161.61	447.53	713.70	113.84	647.28	4,894.99
Neumáticos	4,311.86	-	233.32	-	582.02	3,729.84	233.32	-	233.32	348.70	3,963.16	-
Sistema de arranque	-	-	-	-	-	763.00	-	-	-	-	-	763.00
Sistema de carga de aire	10,460.50	6,712.60	6,712.60	6,712.60	6,712.60	6,824.60	6,712.60	6,712.60	6,712.60	6,712.60	6,824.60	-
Sistema de dirección	1,036.50	200.00	220.00	856.00	290.00	1,336.70	850.00	300.00	-	480.00	-	-
Sistema de embrague	1,228.00	904.13	830.00	1,375.88	2,470.60	1,158.00	1,052.00	-	572.98	-	720.00	-
Sistema de freno	11,888.30	2,888.43	1,872.06	951.79	2,532.06	4,715.36	672.06	2,581.79	3,070.60	657.79	657.79	657.79
Sistema de refrigeración	2,283.38	914.00	-	1,724.00	-	1,321.79	-	728.00	-	-	-	-
Sistema de suspensión	1,208.00	1,224.42	1,539.60	-	3,275.00	-	874.00	-	-	743.00	-	-
Sistema diferencial	2,303.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistema eléctrico	2,024.12	335.12	335.12	335.12	335.12	335.12	335.12	335.12	335.12	335.12	335.12	335.12
Total general	44,567.97	24,346.85	15,191.52	14,365.17	20,689.68	27,515.53	15,319.48	11,291.54	16,336.01	10,576.03	16,855.64	7,153.29

Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

Tabla 13*Costeo CR (a) 2 Diferencias en stock físico y sistema*

Mes	Stock teórico (S/)	Stock físico (S/)	Diferencia monetaria (S/)
Enero	4,167.00	3,324.00	843.00
Febrero	3,661.00	2,686.00	975.00
Marzo	4,451.00	3,660.00	791.00
Abril	2,700.00	1,600.00	1,100.00
Mayo	6,077.00	5,092.00	985.00
Junio	2,765.00	2,313.00	452.00
Julio	4,028.00	2,678.00	1,350.00
Agosto	5,213.00	4,077.00	1,136.00
Setiembre	3,542.00	2,106.00	1,436.00
Octubre	4,924.00	3,602.00	1,322.00
Noviembre	3,681.00	2,273.00	1,408.00
Diciembre	5,153.00	3,990.00	1,163.00

Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

Tabla 14*Costeo CR (a) 3 Incumplimiento del plan de trabajo*

	Monetización de la Pérdida											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Por día												
Eficiencia	54%	52%	51%	55%	58%	61%	58%	57%	53%	57%	59%	61%
Tiempo disponible (min)	1,440.00	1,440.00	1,440.00	1,440.00	1,440.00	1,440.00	1,440.00	1,440.00	1,440.00	1,440.00	1,440.00	1,440.00
Tiempo perdido (min)	662.40	691.20	705.60	648.00	604.80	561.60	604.80	619.20	676.80	619.20	590.40	561.60
Costo mano de obra												
Hora (S/)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Pérdida por día (S/)	86	90	92	84	79	73	79	81	88	81	77	73
Días mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Pérdida mensual	S/ 2,674	S/ 2,520	S/ 2,848	S/ 2,531	S/ 2,441	S/ 2,194	S/ 2,441	S/ 2,499	S/ 2,644	S/ 2,499	S/ 2,306	S/ 2,267

Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

Tabla 15

Costeo CR (m) I Ausencia de herramientas e instrumentos para la ejecución del mantenimiento

Mes	BFG-735			BRD-885			C60-811			TOV-869			BNT-764		BSY-878			Total (S/)	
	Costo cambio pieza total (S/)	Costo envío repuesto (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo cambio pieza total (S/)	Costo envío repuesto (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo cambio pieza total (S/)	Costo envío repuesto (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo cambio pieza total (S/)	Costo envío repuesto (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo cambio pieza total (S/)	Costo envío repuesto (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo cambio pieza total (S/)	Costo envío repuesto (S/)		Costo extra compra combustible local (S/)
Ene	2,390.00	58.00	1,460.00	15.00	-	-	-	-	-	217.00	-	2,046.60	300.00	-	1,080.00	-	-	-	7,566.60
Feb	26.00	-	195.00	-	-	-	-	-	-	1,820.00	16.00	772.20	1,005.00	-	1,544.40	-	-	-	5,378.60
Mar	105.00	-	2,390.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,495.00
Abr	-	-	-	-	-	-	12.50	-	-	653.00	17.00	561.60	215.00	-	1,544.40	241.00	24.00	729.00	3,997.50
May	1,600.00	15.00	390.00	-	-	-	-	-	-	350.00	-	-	1,610.00	-	-	180.00	-	-	4,145.00
Jun	70.00	-	-	51.00	-	-	160.00	-	-	369.90	-	-	420.00	-	-	1,228.65	60.00	561.60	2,921.15
Jul	231.80	-	-	77.40	-	-	-	-	-	514.00	-	-	-	-	-	-	-	-	823.20
Ago	235.00	-	390.00	-	-	-	7,555.70	-	-	19.00	-	280.80	2,060.00	137.00	270.00	-	-	-	10,947.50
Set	171.20	-	340.00	25.90	-	-	125.00	-	-	100.00	-	-	8.60	-	-	22.00	-	232.20	1,024.90
Oct	196.00	-	390.00	218.00	-	585.00	6.00	-	-	755.00	18.00	-	70.01	-	-	25.00	-	-	2,263.01
Nov	92.01	-	-	-	-	-	9,022.00	-	-	1,331.00	22.00	232.20	127.00	-	-	-	-	-	10,826.21
Dic	634.51	-	540.00	170.00	-	610.00	1,128.00	-	232.20	-	-	-	2,000.00	-	-	-	-	-	5,314.71
Total	5,751.52	73.00	6,095.00	557.30	-	1,195.00	18,009.20	-	232.20	6,128.90	73.00	3,893.40	7,815.61	137.00	4,438.80	1,696.65	84.00	1,522.80	57,703.38

Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

Tabla 16

Costeo CR (m) 2 Gestión de mantenimiento mal implementado

Mes	BFG-735			BRD-885			C60-811			TOV-869			BNT-764			BSY-878			Total (S/)
	Costo repuesto (S/)	Costo servicio de terceros (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo repuesto (S/)	Costo servicio de terceros (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo repuesto (S/)	Costo servicio de terceros (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo repuesto (S/)	Costo servicio de terceros (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo repuesto (S/)	Costo servicio de terceros (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo repuesto (S/)	Costo servicio de terceros (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	
Ene	7,871.00	2,999.00	4,490.00	600.00	-	2,650.00	-	-	-	495.00	70.00	3,353.40	300.00	250.00	3,493.80	-	-	-	26,572.20
Feb	-	-	-	20.00	90.00	1,320.00	-	120.00	772.20	11,222.01	-	270.00	-	320.00	464.40	-	-	-	14,598.61
Mar	2,631.00	2,000.00	3,190.00	1,914.00	-	4,660.00	-	120.00	4,638.60	60.00	90.00	4,212.00	-	270.00	4,390.20	-	-	-	28,175.80
Abr	1,057.50	300.00	1,080.00	295.00	140.00	3,210.00	16.00	-	-	-	70.00	2,041.20	-	50.00	1,198.80	42.60	-	696.60	10,197.70
May	212.60	80.00	-	874.00	140.00	1,320.00	-	-	-	14.00	552.00	-	1,514.00	195.00	561.60	8,921.63	70.00	550.80	15,005.63
Jun	-	80.00	-	-	120.00	-	-	-	-	423.00	-	-	420.00	80.00	-	-	-	-	1,123.00
Jul	-	310.00	-	5,802.00	80.00	-	-	150.00	-	1,197.39	220.00	-	230.00	40.00	-	1,264.20	80.00	-	9,373.59
Ago	-	165.00	810.00	1,808.00	-	930.00	370.50	210.00	464.40	7,395.20	425.00	243.00	400.00	80.00	540.00	-	-	-	13,841.10
Set	359.00	577.00	1,630.00	1,330.00	40.00	540.00	1,670.00	50.00	270.00	4,137.31	335.00	475.20	30.62	155.00	540.00	86.00	120.00	486.00	12,831.13
Oct	-	280.00	195.00	-	185.00	-	26.50	-	-	78.70	227.00	-	18,211.76	360.00	-	-	-	-	19,563.96
Nov	44.00	-	405.00	-	80.00	7,350.00	2,000.00	-	540.00	16.90	50.00	-	250.00	177.00	-	-	-	-	10,912.90
Dic	295.00	463.00	-	59.00	150.00	-	588.00	-	-	-	70.00	-	1,160.00	40.00	-	-	-	-	2,825.00
Total	12,470.10	7,254.00	11,800.00	12,702.00	1,025.00	21,980.00	4,671.00	650.00	6,685.20	25,039.51	2,109.00	10,594.80	22,516.38	2,017.00	11,188.80	10,314.43	270.00	1,733.40	165,020.62

Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

Tabla 17*Costeo CR (m) 3 Fallos no previsibles en el sistema automotriz*

Mes	BFG-735			BRD-885			C60-811			TOV-869			BNT-764			BSY-878			Total
	Costo repuesto (S/)	Costo viáticos mecánico (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo repuesto (S/)	Costo viáticos mecánico (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo repuesto (S/)	Costo viáticos mecánico (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo repuesto (S/)	Costo viáticos mecánicos (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo repuesto (S/)	Costo viáticos mecánico (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo repuesto (S/)	Costo viáticos mecánico (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	
Ene	463.00	40.00	170.00	1,513.00	125.00	1,900.00	245.00	160.00	2,737.80	218.00	-	243.00	-	-	-	-	-	-	7,814.80
Feb	129.00	70.00	1,640.00	-	-	-	470.00	80.00	-	438.00	45.00	-	70.00	150.00	-	-	-	-	3,092.00
Mar	4,255.00	25.00	4,480.00	-	-	-	-	-	-	1,110.00	64.00	3,591.00	3,379.79	45.00	2,008.80	-	-	-	18,958.59
Abr	1,059.59	106.00	2,025.00	61.00	135.00	1,050.00	645.00	40.00	1,193.40	1,931.92	-	540.00	-	-	-	168.00	185.00	1,004.40	10,144.31
May	118.00	-	-	-	-	-	-	-	-	2,145.00	-	-	378.00	-	-	-	-	-	2,641.00
Jun	1,819.00	-	-	-	-	-	1,225.00	325.68	-	70.50	-	-	550.00	41.00	-	-	-	-	4,031.18
Jul	3,980.60	-	-	200.00	-	-	49.80	180.71	-	1,151.80	-	-	-	-	-	-	-	-	5,562.91
Ago	-	-	-	2,500.00	24.00	405.00	1,935.00	240.00	-	1,213.01	-	-	-	-	-	70.00	-	270.00	6,657.01
Set	36.00	-	-	6,300.00	120.00	735.00	252.00	40.00	464.40	-	-	-	-	-	-	372.90	50.00	-	8,370.30
Oct	142.00	-	-	-	-	-	281.30	104.00	270.00	149.60	-	-	19.00	-	-	-	-	-	965.90
Nov	3,186.00	-	780.00	-	-	-	1,061.60	-	-	190.00	16.00	-	63.00	-	-	-	-	-	5,296.60
Dic	250.00	-	880.00	420.00	100.00	340.00	1,085.20	480.00	810.00	35.00	30.00	-	656.76	75.00	-	60.00	-	232.20	5,454.16
Total	15,438.19	241.00	9,975.00	10,994.00	504.00	4,430.00	7,249.90	1,650.39	5,475.60	8,652.83	155.00	4,374.00	5,116.55	311.00	2,008.80	670.90	235.00	1,506.60	78,988.76

Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

El consolidado de sobrecostos de las diferentes causas raíz se visualiza en la tabla 18.

Tabla 18

Costeo causas raíz área de almacén y mantenimiento.

Mes	CR (a) 1 (S/)	CR (a) 2 (S/)	CR (a) 3 (S/)	CR (m) 1 (S/)	CR (m) 2 (S/)	CR (m) 3 (S/)
Enero	44,567.97	843.00	2,673.75	7,566.60	26,572.20	7,814.80
Febrero	24,346.85	975.00	2,520.00	5,378.60	14,598.61	3,092.00
Marzo	15,191.52	791.00	2,848.13	2,495.00	28,175.80	18,958.59
Abril	14,365.17	1,100.00	2,531.25	3,997.50	10,197.70	10,144.31
Mayo	20,689.68	985.00	2,441.25	4,145.00	15,005.63	2,641.00
Junio	27,515.53	452.00	2,193.75	2,921.15	1,123.00	4,031.18
Julio	15,319.48	1,350.00	2,441.25	823.20	9,373.59	5,562.91
Agosto	11,291.54	1,136.00	2,499.38	10,947.50	13,841.10	6,657.01
Setiembre	16,336.01	1,436.00	2,643.75	1,024.90	12,831.13	8,370.30
Octubre	10,576.03	1,322.00	2,499.38	2,263.01	19,563.96	965.90
Noviembre	16,855.64	1,408.00	2,306.25	10,826.21	10,912.90	5,296.60
Diciembre	7,153.29	1,163.00	2,266.88	5,314.71	2,825.00	5,454.16
Total	224,208.71	12,961.00	29,865.00	57,703.38	165,020.62	78,988.76

Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

Es entonces que, basándonos en la teoría que afirma que el 80% de los problemas que generan sobrecostos en las áreas de almacén y mantenimiento se debe al 20% de las causas, se procedió a realizar la tabla 19 con la matriz de priorización de las causas raíz, a fin de elaborar el diagrama de Pareto que permita identificar los problemas primordiales a tratar (ver figura 2).

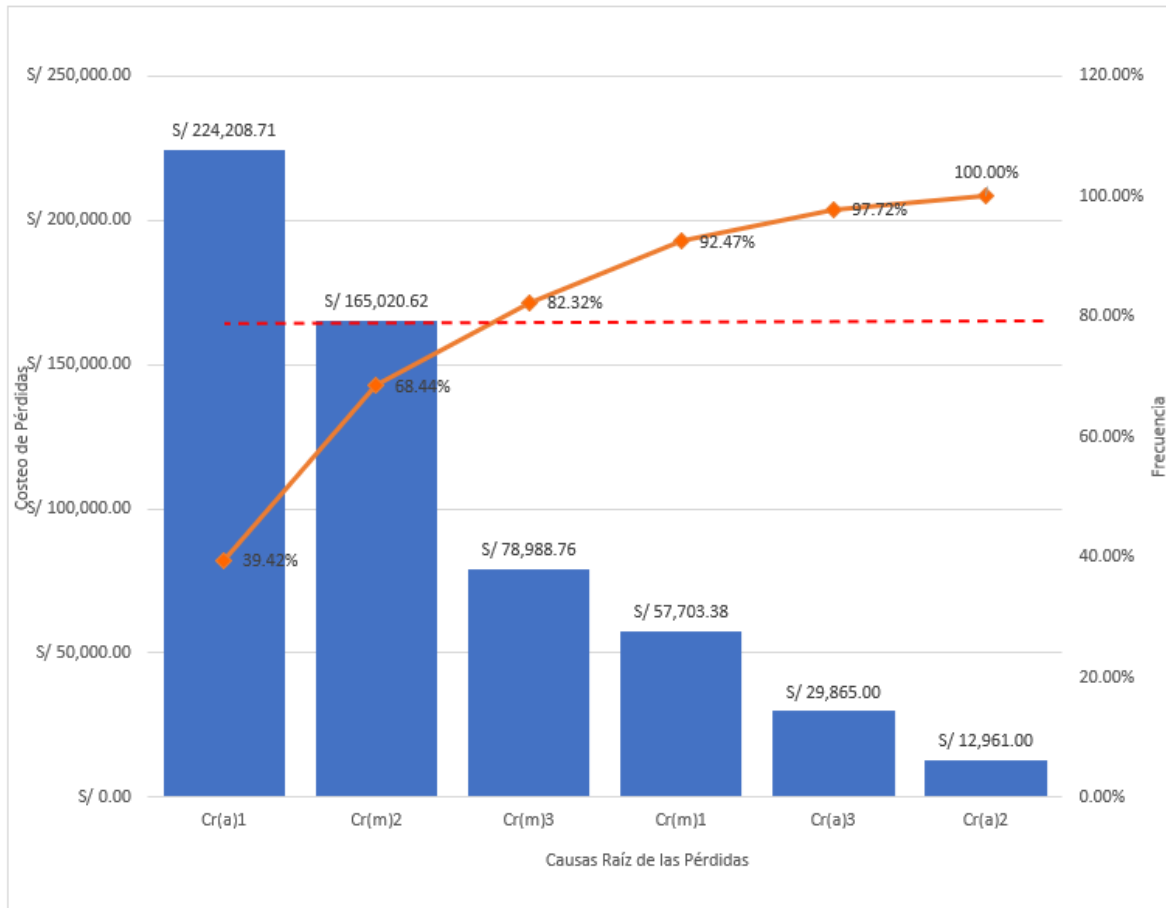
Tabla 19

Matriz de priorización

CR	Descripción	Puntuación (S/)	% Acumulado	Frecuencia Acumulada
Cr(a)1	Falta de procedimientos en almacén	224,208.71	39.42%	39.42%
Cr(m)2	Gestión de mantenimiento mal implementada	165,020.62	29.01%	68.44%
Cr(m)3	Fallos no previsibles en el sistema automotriz	78,988.76	13.89%	82.32%
Cr(m)1	Ausencia de herramientas e instrumentos para la ejecución del mantenimiento	57,703.38	10.15%	92.47%
Cr(a)3	Incumplimiento del plan de trabajo	29,865.00	5.25%	97.72%
Cr(a)2	Diferencias en stock físico y sistema	12,961.00	2.28%	100.00%
Total		568,747.47	100.00%	

Figura 2

Diagrama de Pareto



Realizado el análisis se observa que las causas más importantes son la ausencia de estándares de trabajo en el almacén y la gestión de mantenimiento mal implementada, para los cuales se propondrá un plan que permita mitigar las consecuencias en los sobrecostos de estos problemas.

3.2. Elaborar un diseño de mejora en las áreas de almacén y mantenimiento según metodologías de ingeniería industrial.

Diseño dentro del área de almacén

Después de haber analizado a la empresa Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C. por medio de un diagnóstico inicial, se propone el diseño de 2 herramientas para la gestión de inventarios, las cuales son la herramienta ABC y 5s a fin de garantizar el correcto funcionamiento de la cadena de suministro, lo que ayudará a minimizar pérdidas económicas para la empresa, optimizando la gestión de compras y la planificación, generando así mejores resultados para la empresa.

Diseño del Método ABC.

Teniendo en cuenta que la empresa no se encuentra en la capacidad adquisitiva de implementar un almacén al 100%, por ello se sugiere implementar progresivamente con los productos de mayor relevancia, teniendo en cuenta la rotación y precio de compra. Se procedió a realizar la clasificación con el análisis de multicriterio donde se considera la demanda y precio unitario de cada repuesto, tal como lo muestra la tabla 20.

Tabla 20*Clasificación ABC – Multicriterio demanda y precio*

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Neumático dunlop sp925 295/80 r22.5	36	UND	2,783.00	100,188.00	100,188.00	16.57%	A
Neumático continental conti crosstrac post hd3 295/80 r22.5 16pr	24	UND	2,662.52	63,900.48	164,088.48	27.14%	A
Pistolas de glp lpg group italy 1"	21	UND	1,020.00	21,420.00	185,508.48	30.68%	A
Neumático Michelin 295/80 r22.5	12	UND	1,729.00	20,748.00	206,256.48	34.11%	A
Aceite petronas 15w40 ck4	1410	LTS	13.80	19,458.00	225,714.48	37.33%	A
Cristal para display de dispensador de glp 2a	7	UND	2,420.00	16,940.00	242,654.48	40.13%	A
Aceite 80w 140 shell	600	LTS	17.00	10,199.49	252,853.97	41.82%	A
Aceite petronas 25w60	180	LTS	54.70	9,846.00	262,699.97	43.44%	A
Aceite 75w80 sintético	120	LTS	75.00	9,000.00	271,699.97	44.93%	A
Aceite hidráulico s2 68	540	LTS	15.36	8,292.35	279,992.32	46.30%	A
Aceite 80w90 Shell	420	LTS	18.89	7,934.56	287,926.89	47.62%	A
Pistola líquidos ¾ (verde, azul, negra) marca opw	21	UND	309.40	6,497.32	294,424.20	48.69%	A
Válvula de sobrellenado	4	UND	1,400.00	5,600.00	300,024.20	49.62%	A
Contacto sensor collarín Fotón Auman 460	2	UND	2,492.00	4,984.00	305,008.20	50.44%	A
Cañería synflex 15/24	275	MTS	15.80	4,345.00	309,353.20	51.16%	A
Cable eléctrico espiral para carreta 7 pines 15 pies brazo	24	MTS	176.14	4,227.36	313,580.56	51.86%	A

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Focos tacho canopy modelo ufo 100w flyning	6	UND	700.00	4,200.00	317,780.56	52.55%	A
Cañería synflex 11/16	275	MTS	14.90	4,097.50	321,878.06	53.23%	A
Bolsa de aire Auman 460/420	8	UND	498.00	3,984.00	325,862.06	53.89%	A
Zapatitas 4515	72	UND	55.00	3,960.00	329,822.06	54.55%	A
Válvula de impacto sencilla o doble	4	UND	950.00	3,800.00	333,622.06	55.17%	A
Cañería synflex 7/8	275	MTS	13.70	3,767.50	337,389.56	55.80%	A
Bolsa de aire hohan 440	8	UND	455.00	3,640.00	341,029.56	56.40%	A
Breakaway	21	UND	170.00	3,570.00	344,599.56	56.99%	A
Grasa multipropósito Vistony	12	BAK	294.00	3,528.00	348,127.56	57.57%	A
Cañería synflex 3/4	275	MTS	12.40	3,410.00	351,537.56	58.14%	A
Rollo cable 6 mm2	10	ROLL	340.00	3,400.00	354,937.56	58.70%	A
Estabilizador sólido	7	UND	480.00	3,360.00	358,297.56	59.25%	A
Arrancador Foton Auman 460/420	2	UND	1,640.00	3,280.00	361,577.56	59.80%	A
Rollo cable 4 mm2 nh80	10	ROLL	315.00	3,150.00	364,727.56	60.32%	A
Rojo óxido - catalizador automático	14	UND	222.00	3,108.00	367,835.56	60.83%	A
Bolsa de aire Howo t7h	8	UND	385.60	3,084.80	370,920.36	61.34%	A
Pasta de varillaje	84	UND	35.00	2,940.00	373,860.36	61.83%	A
Rollo cable 2.5 mm2	10	ROLL	285.00	2,850.00	376,710.36	62.30%	A
Unión de bronce 15/24	110	UND	25.90	2,849.00	379,559.36	62.77%	A
Cañería synflex 5/8	275	MTS	10.20	2,805.00	382,364.36	63.23%	A
Unión rápida m24	110	UND	24.55	2,700.50	385,064.86	63.68%	A
Plato de embrague Foton Auman 460	2	UND	1,347.94	2,695.87	387,760.73	64.13%	A
Pulmón de freno simple t30 8"	24	UND	111.00	2,664.00	390,424.73	64.57%	A
Unión rápida m22	110	UND	23.90	2,629.00	393,053.73	65.00%	A

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Cañería synflex 9/16	275	MTS	9.50	2,612.50	395,666.23	65.43%	A
Unión de bronce 11/16	110	UND	23.00	2,530.00	398,196.23	65.85%	A
Unión rápida m19	110	UND	22.40	2,464.00	400,660.23	66.26%	A
Cañería synflex 1/2	275	MTS	8.90	2,447.50	403,107.73	66.66%	A
Tambor de freno posterior Auman 460/420	4	UND	600.42	2,401.68	405,509.41	67.06%	A
Foco ufo de row flying	3	UND	800.00	2,400.00	407,909.41	67.46%	A
Manguera hidraulica 3/4 prensada con terminales	32	MTS	74.00	2,368.00	410,277.41	67.85%	A
Arrancador howo t7h 480	2	UND	1,167.00	2,334.00	412,611.41	68.24%	A
Codo giratorio ¾	21	UND	110.00	2,310.00	414,921.41	68.62%	A
Filtros petroclear	21	UND	110.00	2,310.00	417,231.41	69.00%	A
Kit de uñas x 3 lpg group	35	UND	65.00	2,275.00	419,506.41	69.38%	A
Unión de bronce 7/8	110	UND	20.50	2,255.00	421,761.41	69.75%	A
Caliper de freno Fotón	2	UND	1,097.21	2,194.42	423,955.84	70.11%	A
Tambor de freno posterior Hohan 440	4	UND	544.10	2,176.40	426,132.24	70.47%	A
Disco de embrague Fotón Auman 460	2	UND	1,085.00	2,170.00	428,302.24	70.83%	A
Cañería synflex m24	275	MTS	7.80	2,145.00	430,447.24	71.19%	A
Unión de bronce m24	110	UND	19.50	2,145.00	432,592.24	71.54%	A
Arrancador Worker	2	UND	1,058.00	2,116.00	434,708.24	71.89%	A
Unión de bronce 3/4	110	UND	19.20	2,112.00	436,820.24	72.24%	A
Kit de oring lpg group	35	UND	60.00	2,100.00	438,920.24	72.59%	A
Cañería synflex m22	275	MTS	7.60	2,090.00	441,010.24	72.93%	A
Cañería synflex 7/16	275	MTS	7.20	1,980.00	442,990.24	73.26%	A
Unión de bronce 5/8	110	UND	18.00	1,980.00	444,970.24	73.59%	A
Capacitor de arranque 200 mfd	9	UND	220.00	1,980.00	446,950.24	73.92%	A

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Disco de freno Fotón	4	UND	491.34	1,965.36	448,915.60	74.24%	A
Cañería synflex m19	275	MTS	7.00	1,925.00	450,840.60	74.56%	A
Seguro de gatillo lpg group	35	UND	55.00	1,925.00	452,765.60	74.88%	A
Unión de bronce m22	110	UND	17.40	1,914.00	454,679.60	75.19%	A
Unión rápida m16	110	UND	17.30	1,903.00	456,582.60	75.51%	A
Ventilador	2	UND	950.00	1,900.00	458,482.60	75.82%	A
Selector de manija 2 posiciones	21	UND	90.00	1,890.00	460,372.60	76.14%	A
Válvula de glp	21	UND	85.00	1,785.00	462,157.60	76.43%	A
Unión de bronce m19	110	UND	15.80	1,738.00	463,895.60	76.72%	A
Cañería synflex m16	275	MTS	6.30	1,732.50	465,628.10	77.00%	A
Unión de bronce 9/16	110	UND	15.70	1,727.00	467,355.10	77.29%	A
Unión rápida m14	110	UND	15.50	1,705.00	469,060.10	77.57%	A
Plato de embrague 17"	2	UND	850.00	1,700.00	470,760.10	77.85%	A
Aceite r5 sae 10w40 Shell	60	LTS	27.44	1,646.44	472,406.54	78.13%	A
Unión de bronce m16	110	UND	14.90	1,639.00	474,045.54	78.40%	A
Ratchet para freno de carreta 10 dientes JKS	24	UND	68.00	1,632.00	475,677.54	78.67%	A
Reten de rueda carreta	48	UND	34.00	1,632.00	477,309.54	78.94%	A
Cañería synflex 3/8	275	MTS	5.90	1,622.50	478,932.04	79.20%	A
Filtro cimteck 30 micron 1"- 70016	35	UND	45.60	1,596.00	480,528.04	79.47%	A
Cámara doble para freno t30 JKS	12	UND	130.00	1,560.00	482,088.04	79.73%	A
Capacitor de marcha 30mfd	9	UND	169.00	1,521.00	483,609.04	79.98%	A
Cañería synflex m14	275	MTS	5.50	1,512.50	485,121.54	80.23%	B
Unión de bronce 1/2	110	UND	13.10	1,441.00	486,562.54	80.47%	B
Válvula pulpo	6	UND	239.00	1,434.00	487,996.54	80.70%	B

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Unión de bronce m14	110	UND	12.70	1,397.00	489,393.54	80.93%	B
Caliper de freno Sinotruk	2	UND	674.00	1,348.00	490,741.54	81.16%	B
Cañería synflex m12	275	MTS	4.90	1,347.50	492,089.04	81.38%	B
Cañería synflex 5/16	275	MTS	4.80	1,320.00	493,409.04	81.60%	B
Reflectores led 100w	10	UND	130.00	1,300.00	494,709.04	81.81%	B
Forros de zapatas standard tracción	24	UND	53.00	1,272.00	495,981.04	82.02%	B
Líquido refrigerante 50	4	BAL	311.29	1,245.16	497,226.20	82.23%	B
Kit piñón de ataque y corona Worker	1	UND	1,242.00	1,242.00	498,468.20	82.44%	B
Volante Fotón	2	UND	621.00	1,242.00	499,710.20	82.64%	B
Unión de bronce 7/16	110	UND	11.20	1,232.00	500,942.20	82.84%	B
Unión de bronce m12	110	UND	10.60	1,166.00	502,108.20	83.04%	B
Cañería synflex m10	275	MTS	4.20	1,155.00	503,263.20	83.23%	B
Unión rápida m12	110	UND	9.70	1,067.00	504,330.20	83.40%	B
Unión de bronce 3/8	110	UND	9.60	1,056.00	505,386.20	83.58%	B
Válvula de freno de carreta (Bahco)	2	UND	525.32	1,050.64	506,436.84	83.75%	B
Unión de bronce m10	110	UND	9.40	1,034.00	507,470.84	83.92%	B
Disco de embrague 17"	2	UND	510.00	1,020.00	508,490.84	84.09%	B
Cañería synflex m8	275	MTS	3.70	1,017.50	509,508.34	84.26%	B
Disco de freno Sinotruk	4	UND	251.00	1,004.00	510,512.34	84.43%	B
Tambor de freno delantero Auman 420	4	UND	244.07	976.28	511,488.62	84.59%	B
Volante Sinotruk	2	UND	474.00	948.00	512,436.62	84.75%	B
Contómetros térmicos	450	ROLL	2.10	945.00	513,381.62	84.90%	B
Ratch de freno posterior Auman 460/420	8	UND	115.00	920.00	514,301.62	85.05%	B

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Diafragma de freno de aire t30 8"	48	UND	19.10	916.80	515,218.42	85.21%	B
Radiador Fotón	1	UND	905.21	905.21	516,123.63	85.36%	B
Filtro cimteck 30 micrón	21	UND	43.00	903.00	517,026.63	85.50%	B
Válvula abs posterior Fotón	4	UND	225.15	900.60	517,927.23	85.65%	B
Thiner acrílico	60	GAL	15.00	900.00	518,827.23	85.80%	B
Unión rápida 15/24	110	UND	8.10	891.00	519,718.23	85.95%	B
Cañería synflex m6	275	MTS	3.10	852.50	520,570.73	86.09%	B
Unión rápida 11/16	110	UND	7.70	847.00	521,417.73	86.23%	B
Compresora Howo t7h 480	1	UND	845.00	845.00	522,262.73	86.37%	B
Enfriador de aceite	2	UND	420.00	840.00	523,102.73	86.51%	B
Reten de rueda tracción Auman 460/420	12	UND	70.00	840.00	523,942.73	86.65%	B
Kit de reparación de caja de timón	3	UND	279.00	837.00	524,779.73	86.79%	B
Compresora Fotón 460/420	1	UND	836.00	836.00	525,615.73	86.92%	B
Cañería synflex 1/4	275	MTS	3.00	825.00	526,440.73	87.06%	B
Unión de bronce m8	110	UND	7.50	825.00	527,265.73	87.20%	B
Unión de bronce 5/16	110	UND	7.40	814.00	528,079.73	87.33%	B
Unión rápida 7/8	110	UND	7.30	803.00	528,882.73	87.47%	B
Tambor de freno posterior Worker	2	UND	394.28	788.56	529,671.29	87.60%	B
Unión rápida m10	110	UND	7.10	781.00	530,452.29	87.72%	B
Roldanas/ bocinas 4515	72	UND	10.80	777.60	531,229.89	87.85%	B
Templador de fajas Auman 460 / 420	2	UND	384.00	768.00	531,997.89	87.98%	B
Unión rápida 3/4	110	UND	6.90	759.00	532,756.89	88.11%	B
Filtro elemento/combustible-ff63046nn	18	UND	42.00	756.00	533,512.89	88.23%	B

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Filtro separador de agua-fs53040nn	18	UND	42.00	756.00	534,268.89	88.36%	B
Bomba de agua 1 hp	1	UND	750.00	750.00	535,018.89	88.48%	B
Kit piñón de ataque y corona Auman 460	1	UND	730.28	730.28	535,749.17	88.60%	B
Espárragos de rueda de carreta	96	UND	7.60	729.60	536,478.77	88.72%	B
Vicostático	2	UND	364.00	728.00	537,206.77	88.84%	B
Tambor de freno delantero Worker	2	UND	356.35	712.70	537,919.47	88.96%	B
Kit piñón de ataque y corona Howo t7h	1	UND	710.00	710.00	538,629.47	89.08%	B
Compresora Worker	1	UND	709.00	709.00	539,338.47	89.19%	B
Aro de aluminio (8.25 x 22.5) europeo	3	UND	235.89	707.67	540,046.14	89.31%	B
Templador de fajas Hohan 440	2	UND	352.00	704.00	540,750.14	89.43%	B
Pastillas de freno Sinotruk	12	UND	58.00	696.00	541,446.14	89.54%	B
Filtro de aceite -200v05504-0107 HK	18	UND	38.30	689.40	542,135.54	89.66%	B
Unión rápida 5/8	110	UND	6.20	682.00	542,817.54	89.77%	B
Kit piñón de ataque y corona Auman 420	1	UND	674.00	674.00	543,491.54	89.88%	B
Ratch de freno posterior Howo t7h	8	UND	83.00	664.00	544,155.54	89.99%	B
Terminal de dirección Auman 420	6	UND	110.00	660.00	544,815.54	90.10%	B
Templador de fajas Howo t7h	2	UND	330.00	660.00	545,475.54	90.21%	B
Unión rápida m8	110	UND	6.00	660.00	546,135.54	90.32%	B
Condensador 400ufx250vac	12	UND	55.00	660.00	546,795.54	90.43%	B
Pastillas de freno Fotón	12	UND	54.20	650.40	547,445.94	90.54%	B

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Kit piñón de ataque y corona Hohan 440	1	UND	640.00	640.00	548,085.94	90.64%	B
Válvula ABS delantero Fotón	4	UND	160.00	640.00	548,725.94	90.75%	B
Unión de bronce 1/4	110	UND	5.80	638.00	549,363.94	90.85%	B
Filtro de aceite -lf17579	18	UND	34.60	622.80	549,986.74	90.96%	B
Unión rápida m6	110	UND	5.50	605.00	550,591.74	91.06%	B
Válvula de descarga rápida	15	UND	40.24	603.63	551,195.37	91.16%	B
Resortes grandes 4515	48	UND	12.50	600.00	551,795.37	91.25%	B
Terminal de dirección Hohan 440	6	UND	100.00	600.00	552,395.37	91.35%	B
Grasa azul	50	GAL	12.00	600.00	552,995.37	91.45%	B
Resortes chicos 4515	72	UND	8.30	597.60	553,592.97	91.55%	B
Rodajes de rueda delantera Hohan 440	4	UND	149.00	596.00	554,188.97	91.65%	B
Unión rápida 9/16	110	UND	5.40	594.00	554,782.97	91.75%	B
Removedor de oxido 1lt chema	21	UND	28.00	588.00	555,370.97	91.85%	B
Bombín de embrague Howo t7h	2	UND	290.00	580.00	555,950.97	91.94%	B
Grasa SKF lgmt 3/1	6	UND	95.00	570.00	556,520.97	92.04%	B
Filtro secador de aire	6	UND	94.00	564.00	557,084.97	92.13%	B
Terminal de dirección Auman 460	6	UND	94.00	564.00	557,648.97	92.22%	B
Cono y alma m24	110	UND	5.10	561.00	558,209.97	92.32%	B
Unión de bronce m6	110	UND	5.10	561.00	558,770.97	92.41%	B
Rodajes de rueda delantera Howo t7h	4	UND	140.00	560.00	559,330.97	92.50%	B
Filtro de petroleo-201v12503-0062	18	UND	30.90	556.20	559,887.17	92.59%	B
Unión rápida 1/2	110	UND	4.80	528.00	560,415.17	92.68%	B
Foco h7	36	UND	14.60	525.60	560,940.77	92.77%	B

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Electrobomba 1 hp CPM 620	1	UND	520.00	520.00	561,460.77	92.85%	B
Rodajes de rueda posterior Auman 460/420	4	UND	126.00	504.00	561,964.77	92.94%	B
Filtro de petroleo-wg9925550966hp	12	UND	42.00	504.00	562,468.77	93.02%	B
Collarín de embrague	2	UND	250.01	500.02	562,968.79	93.10%	B
Rodajes de rueda posterior Hohan 440	4	UND	125.00	500.00	563,468.79	93.18%	B
Cono y alma m22	110	UND	4.40	484.00	563,952.79	93.26%	B
Rodajes de rueda posterior Howo t7h	4	UND	120.00	480.00	564,432.79	93.34%	B
Válvula ABS delantero Sinotruk	4	UND	120.00	480.00	564,912.79	93.42%	B
Cañería synflex 5/32	275	MTS	1.74	478.50	565,391.29	93.50%	B
Radiador Sinotruk	1	UND	473.00	473.00	565,864.29	93.58%	B
Rodajes de rueda posteriores Worker	4	UND	118.00	472.00	566,336.29	93.66%	B
Selenoide de arrancador Fotón	2	UND	235.00	470.00	566,806.29	93.74%	B
Válvula ABS posterior Sinotruk	4	UND	116.55	466.18	567,272.47	93.81%	B
Ratch de freno delantero Auman 460/420	6	UND	77.00	462.00	567,734.47	93.89%	B
Unión rápida 7/16	110	UND	4.20	462.00	568,196.47	93.97%	B
Bomba de agua Sinotruk	2	UND	228.00	456.00	568,652.47	94.04%	B
Condensador 50ufx450vac	12	UND	38.00	456.00	569,108.47	94.12%	B
Extensión eléctrica	30	MTS	15.00	450.00	569,558.47	94.19%	B
Bocinas de eje z 4515	72	UND	6.20	446.40	570,004.87	94.27%	B
Foco h1	36	UND	12.40	446.40	570,451.27	94.34%	B
Sensor ABS Fotón	4	UND	111.15	444.60	570,895.87	94.41%	B

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Rodajes de rueda delantera Auman 460/420	4	UND	110.00	440.00	571,335.87	94.49%	B
Interruptores	20	UND	22.00	440.00	571,775.87	94.56%	B
Espárragos de rueda posterior	48	UND	9.12	437.76	572,213.63	94.63%	B
Bendix de arrancador Fotón	2	UND	215.00	430.00	572,643.63	94.70%	B
Cono y alma m19	110	UND	3.90	429.00	573,072.63	94.77%	B
Terminal de dirección howo t7h	6	UND	71.00	426.00	573,498.63	94.84%	B
Funda de pistola Aile 3/4	21	UND	20.00	420.00	573,918.63	94.91%	B
Masilla bonflex body filler	21	KG	20.00	420.00	574,338.63	94.98%	B
Cinta masking tape 1"	120	UND	3.40	408.00	574,746.63	95.05%	C
Unión rápida 3/8	110	UND	3.70	407.00	575,153.63	95.12%	C
Unión de bronce 5/32	110	UND	3.70	407.00	575,560.63	95.18%	C
Enchufes	20	UND	20.00	400.00	575,960.63	95.25%	C
Cono y alma m16	110	UND	3.60	396.00	576,356.63	95.32%	C
Bendix de arrancador Sinotruk	2	UND	194.00	388.00	576,744.63	95.38%	C
Bendix de arrancador Worker	2	UND	194.00	388.00	577,132.63	95.44%	C
Rodajes de rueda delantera Worker	4	UND	96.00	384.00	577,516.63	95.51%	C
Manguera espiral de aire para carreta 15"	12	UND	31.96	383.52	577,900.15	95.57%	C
Foco h4	24	UND	15.70	376.80	578,276.95	95.63%	C
Ratch de freno posterior Hohan 440	4	UND	94.00	376.00	578,652.95	95.70%	C
Kit de filtro de aire - h41192198014a0	4	UND	93.00	372.00	579,024.95	95.76%	C

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Barra de dirección larga Auman 460	1	UND	370.00	370.00	579,394.95	95.82%	C
Filtro de petroleo-fs53016nn	6	UND	60.50	363.00	579,757.95	95.88%	C
Amortiguador delantero Auman 460/420	4	UND	88.00	352.00	580,109.95	95.94%	C
Aro de aluminio (8.25 x 22.5) americano	3	UND	117.00	351.00	580,460.95	95.99%	C
Amortiguador delantero Howo t7h	4	UND	84.00	336.00	580,796.95	96.05%	C
Llave de paso 1/2"	6	UND	55.00	330.00	581,126.95	96.11%	C
Reten de rueda traccion howo t7h	8	UND	40.00	320.00	581,446.95	96.16%	C
Cono y alma m14	110	UND	2.90	319.00	581,765.95	96.21%	C
Barra de dirección larga Howo t7h	1	UND	310.00	310.00	582,075.95	96.26%	C
Amortiguador posterior Hohan 440	4	UND	77.00	308.00	582,383.95	96.31%	C
Unión rápida 5/16	110	UND	2.80	308.00	582,691.95	96.36%	C
Válvula para compresora de aire	21	UND	14.50	304.50	582,996.45	96.41%	C
Teflón amarillo para gas	100	UND	3.00	300.00	583,296.45	96.46%	C
Sensor ABS Sinotruk	4	UND	74.00	296.00	583,592.45	96.51%	C
Amortiguador posterior Howo t7h	4	UND	74.00	296.00	583,888.45	96.56%	C
Válvula de nivel de cabina Fotón	2	UND	146.00	292.00	584,180.45	96.61%	C
Selenoide de arrancador Worker	2	UND	144.00	288.00	584,468.45	96.66%	C
Amortiguador posterior Auman 460/420	4	UND	72.00	288.00	584,756.45	96.71%	C
Fajas b-69 lisa	10	UND	28.00	280.00	585,036.45	96.75%	C

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Líquido de freno dot 5	12	BAL	22.80	273.60	585,310.05	96.80%	C
Válvula de suspensión Fotón	2	UND	135.85	271.70	585,581.75	96.84%	C
Sensor de desgaste de zapata Fotón	4	UND	67.00	268.00	585,849.75	96.89%	C
Kit de pines y bocinas Fotón	1	UND	264.00	264.00	586,113.75	96.93%	C
Reten de rueda delantero Auman 460/420	4	UND	66.00	264.00	586,377.75	96.97%	C
Selenoide de arrancador Sinotruk	2	UND	130.00	260.00	586,637.75	97.02%	C
Barra de dirección corta Auman 460	1	UND	250.00	250.00	586,887.75	97.06%	C
Faja de ventilador	2	UND	124.00	248.00	587,135.75	97.10%	C
Secador de aire Hohan 440	1	UND	247.00	247.00	587,382.75	97.14%	C
Kit de pines y bocinas Volkswagen	1	UND	245.00	245.00	587,627.75	97.18%	C
Cono y alma m12	110	UND	2.20	242.00	587,869.75	97.22%	C
Kit de filtro de aire -klp2841	4	UND	60.50	242.00	588,111.75	97.26%	C
Barra de dirección larga Auman 420	1	UND	240.00	240.00	588,351.75	97.30%	C
Cono y alma 15/24	110	UND	2.10	231.00	588,582.75	97.34%	C
Unión rápida 1/4	110	UND	2.10	231.00	588,813.75	97.38%	C
Kit de reparación de caliper Fotón	2	UND	114.00	228.00	589,041.75	97.41%	C
Cono y alma m10	110	UND	2.05	225.50	589,267.25	97.45%	C
Válvula de nivel de cabina Sinotruk	2	UND	112.10	224.20	589,491.45	97.49%	C
Líquido refrigerante 30	6	GAL	37.23	223.38	589,714.83	97.53%	C
Válvula de suspensión Sinotruk	2	UND	110.20	220.40	589,935.23	97.56%	C
Cono y alma 11/16	110	UND	2.00	220.00	590,155.23	97.60%	C

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Faja 3740	10	UND	22.00	220.00	590,375.23	97.63%	C
Sensor de desgaste de zapata Sinotruk	4	UND	54.00	216.00	590,591.23	97.67%	C
Termostato	2	UND	107.00	214.00	590,805.23	97.71%	C
Reten de rueda delantero Howo t7h	6	UND	35.00	210.00	591,015.23	97.74%	C
Extractor de rodaje	7	UND	30.00	210.00	591,225.23	97.78%	C
Filtro de aceite -LF3000	6	UND	34.60	207.60	591,432.83	97.81%	C
Filtro de petroleo-FF63013	6	UND	34.60	207.60	591,640.43	97.84%	C
Amortiguador de cabina Sinotruk	4	UND	51.00	204.00	591,844.43	97.88%	C
Barra de dirección larga Hohan 440	1	UND	200.00	200.00	592,044.43	97.91%	C
Filtro de aire secundario -bae-615 s	4	UND	50.00	200.00	592,244.43	97.94%	C
Sal para mantenimiento pozo a tierra	100	KG	2.00	200.00	592,444.43	97.98%	C
Amortiguador de cabina Fotón	4	UND	49.97	199.88	592,644.31	98.01%	C
Faja a 48	12	UND	16.00	192.00	592,836.31	98.04%	C
Manguera de abasto para inodoro	12	UND	15.90	190.80	593,027.11	98.07%	C
Amortiguador delantero Worker	2	UND	94.00	188.00	593,215.11	98.10%	C
Lampara led 50w Cold White	4	UND	47.00	188.00	593,403.11	98.14%	C
Kit de pines y bocinas Sinotruk	1	UND	187.30	187.30	593,590.42	98.17%	C
Cono y alma 7/8	110	UND	1.70	187.00	593,777.42	98.20%	C
Ratch de freno carreta 28 dientes hilo fino americano	6	UND	31.00	186.00	593,963.42	98.23%	C
Filtro de petroleo-wk940/24	6	UND	30.90	185.40	594,148.82	98.26%	C

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Filtro elemento/aceite-20998807	6	UND	30.90	185.40	594,334.22	98.29%	C
Filtro de aceite -lf670	6	UND	30.90	185.40	594,519.62	98.32%	C
Kit de reparación de calíper Sinotruk	2	UND	91.20	182.40	594,702.02	98.35%	C
Seguros 4515	72	UND	2.50	180.00	594,882.02	98.38%	C
Barra de dirección corta Auman 420	1	UND	180.00	180.00	595,062.02	98.41%	C
Barra de dirección corta Hohan 440	1	UND	180.00	180.00	595,242.02	98.44%	C
Ratch de freno carreta 37 dientes hilo fino europeo	6	UND	30.00	180.00	595,422.02	98.47%	C
Faja lisa b-68	12	UND	15.00	180.00	595,602.02	98.50%	C
Silicona multiusos negro	12	UND	15.00	180.00	595,782.02	98.53%	C
Chuck inflador dual 1/4	10	UND	18.00	180.00	595,962.02	98.56%	C
Barra de dirección corta Howo t7h	1	UND	175.00	175.00	596,137.02	98.59%	C
Terminal compres cu estaño t16mm-8mm	60	UND	2.90	174.00	596,311.02	98.62%	C
Servo de embrague Howo t7h/ Sitrak c7h	2	UND	84.00	168.00	596,479.02	98.64%	C
Filtro de aire primario-vw2s0129620	4	UND	42.00	168.00	596,647.02	98.67%	C
Filtro de aire secundario -vw2s0129620a	4	UND	42.00	168.00	596,815.02	98.70%	C
Formador de empaquetadura	21	UND	8.00	168.00	596,983.02	98.73%	C
Cono y alma 5/8	110	UND	1.50	165.00	597,148.02	98.75%	C
Cono y alma 3/4	110	UND	1.50	165.00	597,313.02	98.78%	C
Unión rápida 5/32	110	UND	1.50	165.00	597,478.02	98.81%	C
Filtro de aire primario-bae-615 sr	4	UND	41.18	164.72	597,642.74	98.84%	C

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Extractor de filtro de aceite	7	UND	23.00	161.00	597,803.74	98.86%	C
Tarugos 6 x 30 mm	40	UND	4.00	160.00	597,963.74	98.89%	C
Candado 25mm	8	UND	20.00	160.00	598,123.74	98.92%	C
Espárragos de rueda delantero	24	UND	6.65	159.60	598,283.34	98.94%	C
Amortiguador delantero Hohan 440	2	UND	79.00	158.00	598,441.34	98.97%	C
Ratch de freno delantero Worker	2	UND	78.00	156.00	598,597.34	98.99%	C
Ratch de freno posterior Worker	2	UND	77.73	155.46	598,752.80	99.02%	C
Pegamento africano de 1/4	10	UND	15.00	150.00	598,902.80	99.04%	C
Polea de aluminio	10	UND	15.00	150.00	599,052.80	99.07%	C
Amortiguador posterior Worker	2	UND	74.50	149.00	599,201.80	99.09%	C
Secador de aire Fotón 460/420	1	UND	146.53	146.53	599,348.32	99.12%	C
Manguera de abasto para lavatorio	9	UND	15.90	143.10	599,491.42	99.14%	C
Cono y alma m8	110	UND	1.30	143.00	599,634.42	99.17%	C
Cono y alma 9/16	110	UND	1.30	143.00	599,777.42	99.19%	C
Filtro de petroleo-FF5461	6	UND	23.50	141.00	599,918.42	99.21%	C
Faros posteriores	4	UND	35.00	140.00	600,058.42	99.24%	C
Disco para pulir 115mm	20	UND	7.00	140.00	600,198.42	99.26%	C
Chuck dual largo de 1/4	10	UND	14.00	140.00	600,338.42	99.28%	C
Secador de aire Howo t7h 480	1	UND	136.57	136.57	600,475.00	99.30%	C
Cono y alma 1/2	110	UND	1.20	132.00	600,607.00	99.33%	C
Filtro elemento/combustible-pec 3014	6	UND	22.00	132.00	600,739.00	99.35%	C
Unión espiga de bronce 1/4	20	UND	6.50	130.00	600,869.00	99.37%	C

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Ratch de freno delantero Hohan 440	2	UND	64.00	128.00	600,997.00	99.39%	C
Filtro separador de agua-dp 80052	6	UND	21.00	126.00	601,123.00	99.41%	C
Forro de zapatas de tracción	4	UND	30.43	121.72	601,244.72	99.43%	C
Cono y alma m6	110	UND	1.10	121.00	601,365.72	99.45%	C
Faja isa a-49	12	UND	10.00	120.00	601,485.72	99.47%	C
Hidrolina ATF Shell	4	GAL	28.75	115.00	601,600.72	99.49%	C
Terminal tipo pin 6mm cobre estaño	60	UND	1.90	114.00	601,714.72	99.51%	C
Faros delanteros	1	UND	110.00	110.00	601,824.72	99.53%	C
Rodillo ranurado de faja Sinotruk	2	UND	54.00	108.00	601,932.72	99.55%	C
Rodillo ranurado de faja Fotón	2	UND	54.00	108.00	602,040.72	99.56%	C
Bomba de agua Fotón	2	UND	53.31	106.62	602,147.34	99.58%	C
Manga termoretráctil f-5	1	ROLL	100.00	100.00	602,247.34	99.60%	C
Cono y alma 7/16	110	UND	0.90	99.00	602,346.34	99.61%	C
Rodillos lizo de faja Fotón	2	UND	48.00	96.00	602,442.34	99.63%	C
Niplex	21	UND	4.50	94.50	602,536.84	99.65%	C
Secador de aire Worker	1	UND	94.00	94.00	602,630.84	99.66%	C
Rodillos lizo de faja Sinotruk	2	UND	47.00	94.00	602,724.84	99.68%	C
Abrazadera urza franjjo 9mm	20	UND	4.50	90.00	602,814.84	99.69%	C
Cono y alma 5/16	110	UND	0.80	88.00	602,902.84	99.71%	C
Cono y alma 3/8	110	UND	0.80	88.00	602,990.84	99.72%	C
Tapón macho 2" fierro galvanizado	10	UND	8.50	85.00	603,075.84	99.73%	C
Reten de rueda delantero worker	2	UND	42.00	84.00	603,159.84	99.75%	C

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Cono y alma 1/4	110	UND	0.70	77.00	603,236.84	99.76%	C
Conector ab de 3/4 cobreado	12	UND	6.40	76.80	603,313.64	99.77%	C
Tomacorrientes	8	UND	9.60	76.80	603,390.44	99.79%	C
Lija agua	50	UND	1.50	75.00	603,465.44	99.80%	C
Manga termoretráctil f-8	1	ROLL	65.00	65.00	603,530.44	99.81%	C
Tubo luz PVC	10	MTS	6.50	65.00	603,595.44	99.82%	C
Foco led tipo botella 50w	6	UND	9.70	58.20	603,653.64	99.83%	C
Conector ab de 5/8 cobreado	12	UND	4.70	56.40	603,710.04	99.84%	C
Cinta aislante	12	UND	4.50	54.00	603,764.04	99.85%	C
Hoja de cierra	10	UND	5.00	50.00	603,814.04	99.86%	C
Terminal tipo pin 16mm cobre estaño	60	UND	0.80	48.00	603,862.04	99.86%	C
Cono y alma 5/32	110	UND	0.40	44.00	603,906.04	99.87%	C
Reten de rueda delantero Hohan 440	2	UND	21.00	42.00	603,948.04	99.88%	C
Canaletas 20*12mm	20	UND	2.10	42.00	603,990.04	99.89%	C
Manguera p/agua 5/8 duplex hidroflox	50	MTS	0.80	40.00	604,030.04	99.89%	C
Fusible #05 AMP	120	UND	0.30	36.00	604,066.04	99.90%	C
Fusible #10 AMP	120	UND	0.30	36.00	604,102.04	99.90%	C
Fusible #15 AMP	120	UND	0.30	36.00	604,138.04	99.91%	C
Fusible #20 AMP	120	UND	0.30	36.00	604,174.04	99.92%	C
Fusible #25 AMP	120	UND	0.30	36.00	604,210.04	99.92%	C
Fusible #30 AMP	120	UND	0.30	36.00	604,246.04	99.93%	C
Lágrimas 24v	24	UND	1.50	36.00	604,282.04	99.93%	C
Foco 15 watts	6	UND	5.50	33.00	604,315.04	99.94%	C
Terminal compres cu estaño t25mm-6mm	60	UND	0.50	30.00	604,345.04	99.94%	C
Cable automotriz #14	1	ROLL	27.00	27.00	604,372.04	99.95%	C

Producto	Cantidad de pedido	UM	Costo Unitario (S/.)	Valor Adquirido (S/.)	Valor Acumulado (S/.)	Participación	Categoría
Cable automotriz #16	1	ROLL	27.00	27.00	604,399.04	99.95%	C
Cable automotriz #12	1	ROLL	24.00	24.00	604,423.04	99.96%	C
Foco de 1 contacto 24v	48	UND	0.50	24.00	604,447.04	99.96%	C
Terminal compres cu estaño t10mm-6mm	60	UND	0.40	24.00	604,471.04	99.97%	C
Laina 0.10	5	UND	4.50	22.50	604,493.54	99.97%	C
Laina 0.15	5	UND	4.50	22.50	604,516.04	99.97%	C
Laina 0.2	5	UND	4.50	22.50	604,538.54	99.98%	C
Cable automotriz #10	1	ROLL	22.00	22.00	604,560.54	99.98%	C
Cable automotriz #06	1	ROLL	21.00	21.00	604,581.54	99.98%	C
Cable automotriz #08	1	ROLL	20.00	20.00	604,601.54	99.99%	C
Foco led bulb 15	6	UND	3.20	19.20	604,620.74	99.99%	C
Cinta aislante	36	UND	0.40	14.40	604,635.14	99.99%	C
Tapa ciegas rectangular	7	UND	1.90	13.30	604,648.44	100.00%	C
Foco de doble contacto 24V	24	UND	0.50	12.00	604,660.44	100.00%	C
Terminal AIS. Manguito 14 AWG	60	UND	0.10	6.00	604,666.44	100.00%	C
Terminal AIS. Manguito 12 AWG	60	UND	0.10	6.00	604,672.44	100.00%	C
Terminal AIS. Manguito 10 AWG	60	UND	0.10	6.00	604,678.44	100.00%	C

Nota. Fuente Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C. (2023).

En base a este criterio se obtuvo que la clasificación A tiene 22.14% de artículos y una participación económica de 79.98%, con respecto a los productos de categoría B, se tiene un 31.51% en artículos y una participación económica del 15%, por último, para la categoría C se tiene un 46.35% en compras y su participación económica es de 5.02%. En la tabla 21 se puede observar la cantidad económica participativa.

Tabla 21

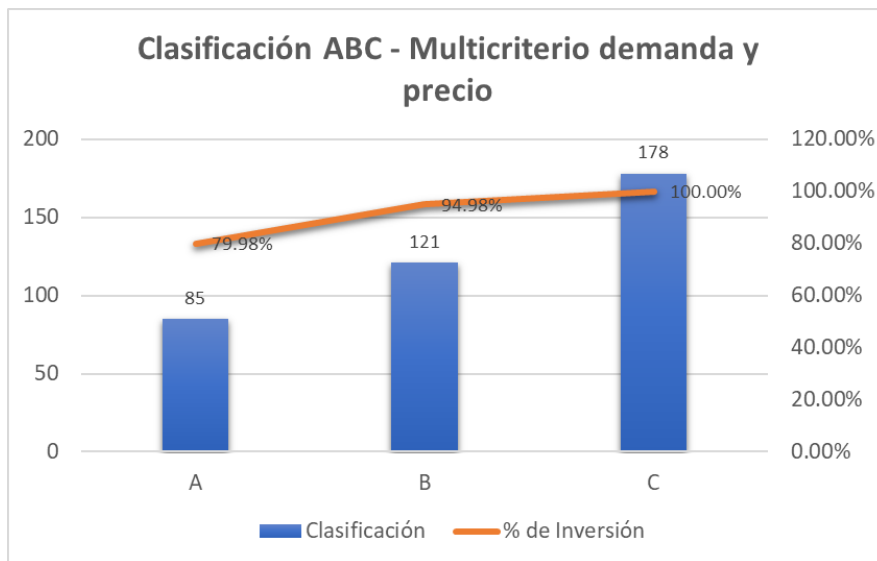
Resumen de análisis ABC – Multicriterio demanda y precio

Zona	Clasificación	Nº de elementos	% de representación de productos	% de pedido acumulado	% representación de inversión	% de Inversión Acumulado
0% - 80%	A	85	22.14%	22.14%	79.98%	79.98%
80% - 95%	B	121	31.51%	53.65%	15.00%	94.98%
95%-100%	C	178	46.35%	100.00%	5.02%	100.00%
TOTAL		384	100.00%			

El diagrama de Pareto de este análisis se encuentra en la figura 3.

Figura 3

Diagrama de Pareto – Multicriterio demanda y precio



Diseño del método 5s.

Debido a la desorganización de los materiales y repuestos en el área de almacén, se propone la implementación del método de las 5s, el cual busca fomentar la disminución de los desperdicios del área, logrando así reducir costos innecesarios. A continuación, se detalla el proceso de aplicación de cada uno de los principios que conforman la metodología de las 5s.

a) SEIRI (Clasificar)

i. Aplicación:

- Clasificar los productos por códigos, familia, subfamilia, modelo y marca.
- Colocar productos y herramientas en su respectivo lugar
- Consultar stock de productos.

ii. *Ejecución:* Para la implementación se hará uso de un diagrama de flujo el cuál se visualiza en la figura 4 con la finalidad de tomar acciones una vez identificados las existencias que no estén dando valor dentro del almacén. A su vez se utilizarán tarjetas rojas para una mejor clasificación (figura 5).

Figura 4

Diagrama de flujo de clasificación (SEIRI)

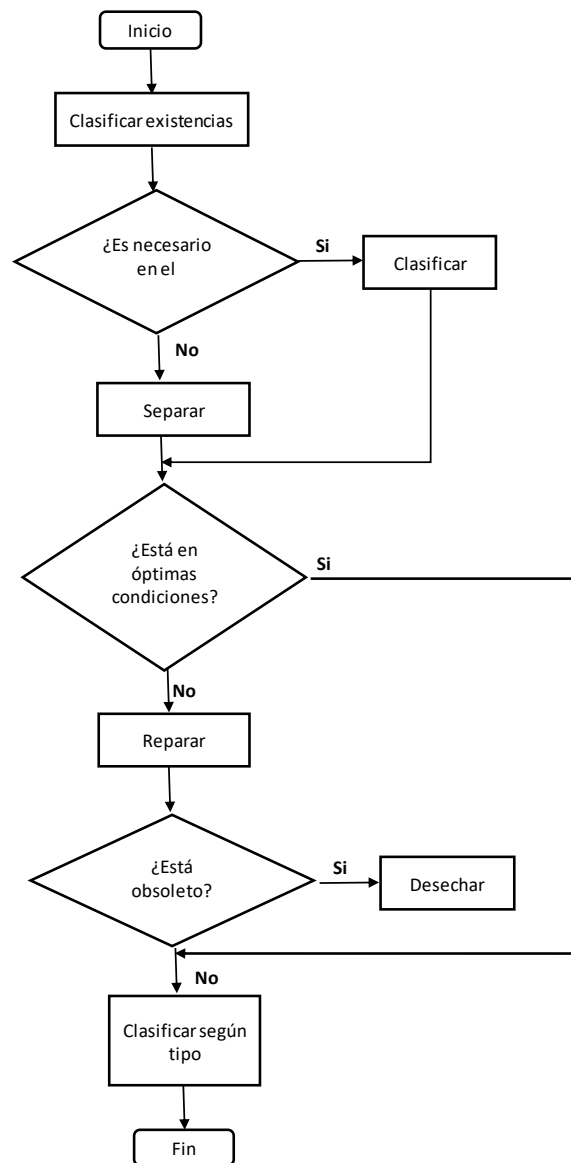


Figura 5

Tarjeta Roja (SEIRI)

		TARJETA ROJA	
Fecha		Código de la tarjeta	
Área			
Clasificación del objeto		Artículo	
Cantidad			
ACCIÓN DE SUGERENCIA			
		Agrupar en espacio separado	
		Eliminar	
		Reubicar	
		Reparar	
		Reciclar	
Comentario:			

iii. Beneficios:

- Optimización de espacio.
- Reducción del inventario.

b) SEITON (Ordenar)

i. Aplicación:

- Ordenar los productos según especificaciones técnicas.
- Determinar la ubicación de cada existencia.
- Ordenar los productos para que puedan ser identificados de manera rápida y no dilatar tiempo.

- ii. *Ejecución:* Para la implementación se hará uso del círculo de frecuencia (figura 6), con la finalidad de organizar las existencias por familias, cantidad y periodo de rotación.

Figura 6

Círculo de frecuencia de uso (SEITON)



- iii. *Beneficios:*

- Reduce tiempos de búsqueda de productos.
- Mayor facilidad de obtener productos.

c. **SEISO (Limpiar)**


- i. *Aplicación*

- Limpiar diariamente el área de almacén.
- Colocar recipiente para residuos generales.
- Mantener limpio el área de trabajo.

- ii. *Ejecución:* Para la implementación se realizará una programación al personal dónde se especifique los días en los que le corresponde hacer limpieza a cada área del almacén a fin de incentivar que la limpieza forme parte de una cultura organizacional, de igual manera se debe incentivar campañas de limpieza para obtener estándares de calidad. El formato de registro de limpieza se puede visualizar en la figura 7.

Figura 7

Programación de limpieza mensual (SEISO)

 Programación de limpieza - Almacén de Repuestos							
Responsable de almacén:							
Mes y año:							
Fecha	Piso	Estantes	Racks	Zona de repuestos de mantenimiento	Zona de repuestos transportes	Ejecutado por:	Supervisado por:
1era semana							
2da semana							
3era semana							
4ta semana							

- iii. *Beneficios:*
- Menos posibilidad de incidentes o enfermedades.
 - Mejor aspecto de los ambientes.
 - Ofrece calidad y seguridad para el colaborador.

d. SEIKETSU (Estandarizar)

- i. *Aplicación*
- Limpieza y desinfección constante

- Mantener cada cosa en su lugar.
- ii. *Ejecución:* Consiste en mantener y preservar lo que se ha logrado con la implementación de las 3s anteriores, volviéndolas en hábitos dentro del área de almacén. Para lo cual se ha implementado unos check list para el seguimiento respectivo, el formato se encuentra en la figura 8.

Figura 8

Check list de verificación (SEIKETSU)

PGYG	Área de trabajo	Almacén de repuestos	Fecha	
	Evaluador			
S	Descripción			Clasificación del 0 al 3
Seiri	¿Los repuestos se encuentran correctamente clasificados?			
	¿Se han eliminado los repuestos innecesarios?			
	¿Los repuestos obsoletos se encuentran aparte de los operativos?			
	¿Se tiene zona de repuestos para eliminar dentro del almacén?			
Seiton	¿Los repuestos se mantienen en su ubicación?			
	¿Los repuestos se encuentran codificados?			
	¿Se lleva un kardex con los repuestos de mayor rotación?			
	¿Se da salida en el sistema al momento de entregar el repuesto?			
Seiso	¿Existe una programación y registro de limpieza?			
	¿Los racks y estanterías se encuentran limpias?			
	¿Existe supervisión en la limpieza?			
	¿Se cuenta con insumos de limpieza?			
TOTAL				
Puntaje total		Nivel		
0 a 8		Insatisfactorio		
9 a 17		Regular		
18 a 26		Bueno		
27 a 36		Excelente		

iii. *Beneficios:*

- Predomina un ambiente seguro y saludable de trabajo.
- Ahorro de tiempo en los procesos.

e. SHITSUKE (Disciplina)


i. *Aplicación:*

- Apoyo mutuo entre el personal
- Cumplir normativa de SST.
- Establecer políticas de limpieza

- ii. Ejecución: En esta última etapa, se debe seguir fomentando el hábito de la utilización de esta metodología, con revisiones periódicas, de lo contrario tenderemos hacia el desorden. Para ello se plantea un cronograma de capacitaciones para retroalimentar al personal (figura 9).

Figura 9

Cronograma de capacitaciones (SHITSUKE)

	AÑO												
	TRIMESTRE	PRIMER TRIMESTRE											
ACTIVIDADES		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Principios de las 5S		■									■		
Importancia de la herramienta			■									■	
Beneficios				■									■
Importancia de la 1era S					■								
Importancia de la 2da S						■							
Importancia de la 3era S							■						
Importancia de la 4ta S								■					
Importancia de la 5ta S									■				
Resultados obtenidos										■			

- iii. *Beneficios:*

- Mejorar la imagen del área y de la organización

De igual manera, a fin de mantener los procesos establecidos y estandarizados, se detallan procedimientos para la preparación de pedidos y registros de salidas, así como procedimientos para la recepción y ordenamiento de productos (ver tablas 22 y 23).

Tabla 22

Procedimiento de preparación de pedidos y registros de salida

Etapas	Actividad	Responsable
Solicitud de productos	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar stock del sistema - Realizar pedido mediante correo electrónico, detallando la solicitud - Verifica solicitud 	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisor de operaciones. - Supervisor de transportes.
Recepción de pedido	<ul style="list-style-type: none"> - Coteja stock real - Solicita al área de compras el requerimiento 	Asistente de almacén
Compra de requerimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Cotización de productos - Gestión de compra 	Asistente de compras.

Tabla 23

Procedimiento de recepción de productos

Etapas	Actividad	Responsable
Recepción de productos	<ul style="list-style-type: none"> - Recibe guía de remisión de los proveedores y fecha de entrega estimada 	Asistente de almacén
Verificación de productos	<ul style="list-style-type: none"> - Contrastar guía de remisión con la factura de compra. - Verificar cantidad y calidad de productos. 	Asistente de almacén
Ingreso de productos al sistema	<ul style="list-style-type: none"> - Ingresa los productos al Kardex del sistema, cotejando que el inventario resultante es real 	Asistente de almacén
Ordenamiento de productos	<ul style="list-style-type: none"> - Ordena, acomoda, distribuye y clasifica los productos recepcionados. 	Asistente de almacén
Entrega de documentación	<ul style="list-style-type: none"> - Cada fin de semana se entrega las Guías de remisión y facturas al área contable, así como el inventario existente al corte de cada fecha. 	Asistente de almacén
Supervisión	<ul style="list-style-type: none"> - Coteja el Kardex del sistema con el inventario real de las existencias del almacén 	Jefe de operaciones Auditor

El diseño propuesto para el área de almacén se proyecta ejecutar en un aproximado de 4 meses, este tiempo abarca la redistribución del almacén, compra de mobiliarios, clasificación de existencias, contratación de personal encargado, capacitaciones a los encargados, etc. El cronograma de actividades se visualiza en la figura 10.

Figura 10

Cronograma de implementación 5s

TAREA	FECHA DE INICIO	FECHA DE TÉRMINO	ESTADO
Rediseño del almacén	01.07.2024	30.07.2024	Pendiente
Redistribución del almacén	01.07.2024	15.07.2024	Pendiente
Implementación de mueblería	16.07.2024	30.07.2024	Pendiente
Revisión de existencias	31.07.2024	10.08.2024	Pendiente
Depurar productos innecesarios	31.07.2024	07.08.2024	Pendiente
Reservar productos óptimos	07.08.2024	10.08.2024	Pendiente
Implementación de almacén	12.08.2024	24.08.2024	Pendiente
Cotizar repuestos	12.08.2024	17.08.2024	Pendiente
Gestionar compra	19.08.2024	24.08.2024	Pendiente
Recepción de mercadería	26.08.2024	07.09.2024	Pendiente
Clasificación de productos	26.08.2024	31.08.2024	Pendiente
Codificación de productos	02.09.2024	07.09.2024	Pendiente
Lanzamiento del programa 5S	09.09.2024	01.10.2024	Pendiente
Separar	09.09.2024	14.09.2024	Pendiente
<i>Capacitación</i>	09.09.2024	10.09.2024	Pendiente
<i>Implementación de tarjetas rojas</i>	10.09.2024	14.09.2024	Pendiente
Ordenar	16.09.2024	21.09.2024	Pendiente
<i>Capacitación</i>	16.09.2024	17.09.2024	Pendiente
<i>Implementación de letreros, señalizaciones</i>	17.09.2024	21.09.2024	Pendiente
Limpiar	23.09.2024	25.09.2024	Pendiente
<i>Capacitación</i>	23.09.2024	24.09.2024	Pendiente
<i>Explicación del programa de limpieza</i>	24.09.2024	25.09.2024	Pendiente
Estandarizar	25.09.2024	28.09.2024	Pendiente
<i>Elaboración de políticas de mantenimiento</i>	25.09.2024	27.09.2024	Pendiente
<i>Establecer Programa de supervisión</i>	27.09.2024	28.09.2024	Pendiente
Disciplina	30.09.2024	01.10.2024	Pendiente
<i>Capacitación</i>	30.09.2024	01.10.2024	Pendiente
Otros	01.10.2024	15.10.2024	Pendiente
<i>Elaboración de materiales de soporte</i>	01.10.2024	05.10.2024	Pendiente
<i>Seguimiento a los métodos de trabajo</i>	07.10.2024	15.10.2024	Pendiente

Diseño dentro del área de mantenimiento

Diseño del RCM.

a. Fase 1: Análisis de indicadores actuales.

Para el desarrollo del análisis de indicadores actuales fue necesario identificar las horas disponibles en la cual la cisterna estuvo operando y las horas que tomaron solucionar

cada una de las fallas. A partir de ello se desarrollaron las ecuaciones de tiempo promedio de fallas (MTBF) tiempo promedio de reparación (MTTR), disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad a fin de conocer la situación actual de la empresa.

Es entonces que, en el 2023 se tuvo un tiempo medio entre averías (MTBF) de 17.72 hrs, un tiempo medio de reparación (MTTR) de 3.81 hrs, y un porcentaje de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de 82.04%, 93.97% y 24.95% respectivamente (ver apartado 3.1, tablas 10 y 11).

b. Fase 2: Formación de equipos de trabajo.

El equipo de trabajo para la implementación del RCM está formado por el jefe de operaciones, supervisor de transportes y conductores. Cada persona del área debe estar involucrada durante todo el proceso incluyendo la alta dirección a fin de asegurar el éxito de la propuesta de mejora; ya que sin esta identidad no es posible crear un espacio de entrega y respeto a los estándares y buenas prácticas de trabajo.

c. Fase 3: Descripción de los elementos.

De acuerdo con la información recolectada de la experiencia del supervisor de transportes y conductores se desarrolla el análisis de los elementos más importantes a considerar en el mantenimiento de la cisterna los cuales se determinaron por el número de ocurrencias de las fallas, que se presenta en la tabla 24.

Tabla 24

Descripción de elementos

Elemento	Partes	Función
Alternador	Polea	Refuerza la fuerza mecánica que genera el motor del carro
	Rotor o inductor	Genera un campo magnético
	Anillos rozantes	Copera en la formación del campo electromagnético
	Regulador	Controla el voltaje para ser aceptado por la batería del carro
	Estrator	Lleva a cabo el bobinado trifásico que permite la corriente eléctrica
	Puente rectificador de diodos	Convierte la corriente alterna en continua
	Ventilador	Disminuye el aumento de temperatura
Arrancador	Inducido	Giran y dan movimiento
	Escobillas	Transmiten energía al motor para comenzar con los giros
	Piñón	Gira el motor
	Estator	Genera el movimiento del inducido a través del campo electromagnético
	Relé	Recibe la corriente y la conduce al piñón
Bomba de aceite	Cárter	Cuerpo principal que contiene a una serie de elementos finos y dentados
	Anillo de control	Regulador de presión
	Paletas del rotor	Permiten que el lubricante esté disponible durante el funcionamiento
	Retorno	Desplaza el anillo de control
Caja de cambios	Árbol primario	Recibe el movimiento a las mismas revoluciones de giro del motor y en su mismo sentido
	Árbol intermedio	Gira en sentido opuesto al motor
	Árbol secundario	Gira en sentido equivalente al motor si es una caja longitudinal y opuesto si es transversal
	Eje de marcha atrás	Gira en sentido del árbol secundario
	Carcasa	Protege los componentes de la caja de cambios
	Volante motor	Reducen vibraciones
	Maza de embrague	Comprimen o libran el disco de embrague
Embrague	Disco de fricción	Gira conjuntamente con el volante motor y la maza cuando se pisa el embrague, caso contrario se desacopla e interrumpe la transmisión de par a las ruedas
	Mecanismo de accionamiento	Libera o presiona el disco de embrague
Faja de distribución	Parte interior	Permite agarrarse a las poleas de arrastre asegurando la movilidad del sistema
	Superficie	Permite agarrarse a los rodillos tensores
	Carcasa	Aloja el elemento filtrante
Filtros de aceite	Tubo central	Pasa el aceite limpio que ya ha sido filtrado
	Juntas de sellado especial	Impide que salga el aceite o entren impurezas del exterior
	Válvula de seguridad	Permite que el aceite llegue al motor así sea sin filtrar cuando el filtro se ha tapado
	Válvula de antidrenaje	Evita que el aceite vuelva al cárter cuando el motor está apagado

Elemento	Partes	Función
Freno	Pedal de freno	Genera presión en la bomba de freno y la transmite a los diferentes componentes del sistema
	Servofreno	Aplica una energía auxiliar adicional a la del pedal de freno facilitando la acción de frenado
	Bomba de freno	Genera presión dentro del circuito de freno
	Pastillas de freno	Genera fricción en el disco de freno para desacelerar el vehículo
	Zapatillas de freno	Efectúan el frenado por fricción con el tambor
	Tambor de freno	Recibe el calor desarrollado en el frenado
	Discos de freno	Gira con la rueda y constituye el elemento móvil del frenado
Grupo Range o Grupo Reductor	Émbolo del pistón	Desplaza el fluido mediante una acción de bombeo de vaivén
	Engranaje solar y anular	Reciben la entrada de par y velocidad del eje del motor y aplica una sola relación de transmisión
	Caja planetaria	Realiza la reducción de marcha baja
	Buje del embrague	Amortigua los engranajes
Manguera de refrigeración	Eje de salida	Transmite el movimiento hacia el diferencial
	Pieza única	Permite el suministro de refrigerante al motor
Motor	Pistones	Producen la energía a través de su movimiento ascendente y descendente
	Biela	Conduce la presión de los gases sobre el pistón hacia el cigüeñal
	Cigüeñal	Transforma el movimiento lineal de los pistones en circular para mover las ruedas
	Árbol de levas	Regulan la apertura y cierre de válvulas para para dejar pasar la mezcla o expulsar los gases resultantes del proceso
	Válvulas	Controlan el flujo de aire y gases
	Depósito de combustible	Almacena el combustible
	Tubería de descarga de gasolina	Conecta el sistema para que el combustible llegue a los inyectores
Sistema de Inyección	Inyectores	Controlan la cantidad y el momento de la inyección de combustible en la cámara de combustión
	Mariposa	Controla la cantidad de aire que se emplea en el proceso de combustión
	Válvula canister	Controla la aspiración de combustible a través del motor
	Filtro canister	Carbón activo que retiene los hidrocarburos evaporados en el depósito de combustible
Switch eléctrico	Accionamiento mecánico	Permite el funcionamiento del mecanismo
	Pastilla del switch	Permite hacer correr en diversas posiciones la corriente

Nota. Fuente *Diccionario del Motor*, Motor.es, s.f.

d. Fase 4: Análisis de modo y efectos de falla.

El análisis de los modos de fallo se determinó mediante la matriz de criticidad (ver tabla 25), en donde se cruza la intensidad de las consecuencias en niveles de “muy grave”, “grave” y “leve”; y la probabilidad que ocurra un fallo con calificaciones de “muy probable”, “poco probable” y “altamente probable”, el cual nos da como resultado el estado en el que se encuentra la falla a fin de tomar una medida preventiva al respecto.

Tabla 25

Matriz de criticidad de fallos





	Leve	Grave	Muy grave
Altamente improbable	Insignificante	Tolerable	Significativo
Poco probable	Tolerable	Significativo	Crítico
Muy probable	Significativo	Crítico	Crítico

Nota. Fuente *Análisis de la situación actual del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM*, Andrade y Herrera, 2021

Es así que para cada nivel de criticidad se determinó un puntaje y codificación (ver tabla 26) denominado número prioritario de riesgo (NPR), este se evaluó considerando nivel de ocurrencia, detección y severidad en un puntaje del 1 al 10; conforme al puntaje total generado, obtenemos el estado y la prioridad que se le debe dar para la solución de cada falla. El Análisis de Modos y Efectos de Falla se desarrolla en la tabla 27.

Tabla 26

Priorización de las fallas

Estado	Ponderación	Codificación
Crítico	25 a 30	
Significativo	19 a 24	
Tolerable	12 a 18	
Insignificante	1 a 11	

Nota. Fuente *Análisis de la situación actual del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM*, Andrade y Herrera, 2021

Tabla 27

Análisis de modos y efectos de fallas

Empresa:		Compañía Peruana De Petróleo Gas Y Gasolina S.A.C			Equipo:		Cisternas		Fecha:		15.04.2024		
Realizado por:		Gianella Carrion Lozano			Revisado por:		Supervisor de Transportes						
Item	Elemento	Función	Falla funcional	Modos de falla	Efecto de falla	Consecuencia	Evaluación						
							Nivel de ocurrencia	Nivel de detección	Nivel de severidad	NPR			
1	Alternador	Proporcionar corriente eléctrica para recargar y mantener la carga de la batería y sistemas eléctricos que lo requieran	1	Baja batería	1	Desgaste del rotor del alternador	Mal funcionamiento de elementos auxiliares	Los accesorios no operan adecuadamente	8	8	9	25	
					2	Desgaste de los cepillos del alternador	Correa del alternador dañada o estirada						Ruidos
					3	Conexiones flojas rotas	Reducción o detención de la energía generada por el alternador						Luces muy brillantes Los indicadores del tablero, velocímetros o tacómetros dejan de trabajar
2	Arrancador	Proporcionar el primer giro al motor.	1	El motor de arranque no gira al accionar interruptor (Llave de encendido)	1	Defectos en el interruptor de arranque del encendido	El interruptor magnético no reacciona	El arranque no es directo	7	8	8	23	
					2	Fallo en un cable/interrupción en la conexión a masa	Pérdida de tensión/ carga en todo el sistema eléctrico						No hay giro/arranque de motor
					3	Bajo voltaje de carga de alternador.	Defecto en reguladores de carga						No hay giro/arranque de motor
					4	Batería descargada	Pérdida de tensión/ carga en todo el sistema eléctrico						No hay giro/arranque de motor

Empresa:		Compañía Peruana De Petróleo Gas Y Gasolina S.A.C			Equipo:		Cisternas		Fecha:		15.04.2024	
Realizado por:		Gianella Carrion Lozano			Revisado por:		Supervisor de Transportes					
Item	Elemento	Función	Falla funcional		Modos de falla (causas)		Efecto de falla	Consecuencia	Evaluación			
									Nivel de ocurrencia	Nivel de detección	Nivel de severidad	NPR
3	Bomba de aceite	Succionar el aceite del cárter e impulsarlo a todo el sistema de lubricación	1	Pérdida de flujo y presión para enviar aceite a todas las partes del motor	1	Rotor y cuerpo con excesivo desgaste	Bloqueo de los conductos de circulación internos del aceite	Desgaste prematuro o daños irreversibles del motor.	9	7	9	25
					2	Cambio de aceite de destiempo o de mala calidad						
4	Caja de cambios	Aumentar el par de salida o cambiar la velocidad de un motor	1	Las marchas resbalan al accionar cambios	1	Mala lubricación	Bolillos de seguridad desgastados	Bloqueo al intentar cambiar de marcha	9	8	9	26
					2	Bajo nivel de aceite		Eje secundario atascado				
			2	Aceleración baja en las marchas	1	Avería en el mecanismo de embrague	Impide que el rodamiento funcione	Ruido al meter una marcha	8	8	9	25
					3	No cambia de marchas	1	Avería general	Destensión del cable del mando	Dificultad para meter marcha	9	8
2	Mal ajuste del mando											
5	Embrague	Transmitir el giro del motor a la caja de cambios permitiendo el movimiento del vehículo.	1	Incapacidad para desembragar	1	Avería del volante motor	Mayores vibraciones	No funciona el sistema de presión	8	9	10	27
					2	El vehículo no inicia movimiento	1	Desgaste del disco de embrague	Defectuosa sujeción de los otros componentes (placa y el volante)	Bajas revoluciones del motor	9	9
			2	Arrastre de embrague			Deficiencia en la presión del embrague o disco	Ruido de fricción cuando se cambia de velocidad				
			3	Mala lubricación			Desgaste del mando del embrague	Palanca de cambios rígida				
Desgaste del cilindro del embrague	Atascamiento del pedal											

Empresa:		Compañía Peruana De Petróleo Gas Y Gasolina S.A.C			Equipo:		Cisternas		Fecha:		15.04.2024	
Realizado por:		Gianella Carrion Lozano			Revisado por:		Supervisor de Transportes					
Item	Elemento	Función	Falla funcional	Modos de falla (causas)		Efecto de falla	Consecuencia	Evaluación				
								Nivel de ocurrencia	Nivel de detección	Nivel de severidad	NPR	
6	Mecanismo de distribución	Coordinar el movimiento del cigüeñal y del árbol de levas, transmitiendo energía mecánica en el interior del motor	1	Pistones golpean repetidamente las válvulas	1	Rozamiento	Desgaste de engranajes	Ruidos en el motor	8	9	10	27
			2	Pérdida del sincronismo de los elementos del motor	1	Mala lubricación	Desgaste en rodamientos	Ruidos en el motor	6	8	9	23
7	Filtros de aceite	Captar impurezas y partículas que puedan desgastar las piezas del motor	1	Obstrucción del filtro	1	Reemplazo en demasiado tiempo	El motor no recibe la lubricación adecuada	Sobrecalentamiento del motor	8	7	8	23
			2	Paso de impurezas	1	Desgaste del filtro	Acumulación de residuos	Rendimiento débil del motor	8	7	8	23
			3	Pérdida de aceite	1	Oring/sello roto	Pérdida de presión de aceite	Desgaste prematuro o daños irreversibles del motor	9	8	9	26
8	Freno retardador	Reducir la velocidad sin usar los frenos convencionales	1	Freno retardador no activa	1	Nivel de aceite bajo	Baja presión hidráulica en el rotor	Pérdida de frenado en sistema retardador	6	8	8	22
							Fuga en el circuito					

Empresa:		Compañía Peruana De Petróleo Gas Y Gasolina S.A.C		Equipo:		Cisternas		Fecha:		15.04.2024		
Realizado por:		Gianella Carrion Lozano		Revisado por:		Supervisor de Transportes						
Item	Elemento	Función	Falla funcional	Modos de falla (causas)		Efecto de falla	Consecuencia	Evaluación				
								Nivel de ocurrencia	Nivel de detección	Nivel de severidad	NPR	
9	Freno de servicio	Reducir la velocidad	1 Frenado largo.	1	Pastillas de freno desgastadas o engrasadas	El soporte roza directamente con el disco de freno	El vehículo se desvía al frenar	9	9	10	28	
				2	Daño en los discos del freno	Cristalización de los discos	Vibraciones en el pedal					
				3	Picadura de manguera	Fuga de aire	Deficiencia en el frenado					
10	Grupo Range	Desmultiplicar y reducir cambios (1 cambio +)	1 No hay marcha	1	Eje selector roto	No desplaza en ninguna marcha.	No hay transmisión a los puntos de apoyo (no desplaza)	8	8	10	26	
				2	Los cambios ingresan sin embrague	Horquilla de selector rota	No desplaza en ninguna marcha Sonido extraño en la caja de cambios	No hay transmisión a los puntos de apoyo (no desplaza)	8	8	9	25
				3	Demora en acoplar cambios altos	Accesorios de cilindro range con desgaste	No hay acoplamiento alta y baja	Caja de cambios neutralizada	8	9	8	25

Empresa:		Compañía Peruana De Petróleo Gas Y Gasolina S.A.C		Equipo:		Cisternas		Fecha:		15.04.2024		
Realizado por:		Gianella Carrion Lozano		Revisado por:		Supervisor de Transportes						
Item	Elemento	Función	Falla funcional	Modos de falla (causas)		Efecto de falla	Consecuencia	Evaluación				
								Nivel de ocurrencia	Nivel de detección	Nivel de severidad	NPR	
11	Manguera de refrigeración	Suministrar de refrigerante a los diferentes elementos del sistema de refrigeración y al motor.	1	Reducción del flujo del refrigerante	1	Par de torsión de las abrazaderas insuficiente	Fugas de fluidos	Pérdida del refrigerante en las abrazaderas de las mangueras o a su alrededor	7	8	7	22
			2	Impedimento del flujo del líquido refrigerante al motor	1	Roce con superficie afilada	Corte de la manguera	Pérdida del refrigerante en las abrazaderas de las mangueras o a su alrededor	7	8	8	23
					2	Contacto con superficies calientes	Desgaste de la manguera	Sobrecalentamiento del motor				
					3	Daños por el ozono	Grietas a lo largo de la cubierta de los codos de la manguera	Entrada de elementos contaminantes que destruyen la manguera				
12	Motor	Convertir energía térmica en energía mecánica para impulsar el movimiento del vehículo	1	Pérdida de líquido refrigerante	1	Fugas o aflojamiento de mangueras y conexiones	Aceite del motor con agua	Sobrecalentamiento del motor	7	8	7	22
			2	Pérdida de compresión	1	Aire en el sistema de combustible	Baja temperatura del aire comprimido	Proceso de combustión incompleto	8	8	10	26
							Deficiente compresión del combustible					
			3	Pérdida de potencia	1	Piezas de encendido deterioradas	Baja presión en la inyección	Periodo de demora de encendido más largo	7	7	8	22
					2	Bomba de combustible débil						
			4	Consumo excesivo de aceite lubricante	1	Aceite lubricante incorrecto	Reducción de la fricción	Sobrecalentamiento del motor	9	9	10	28
					2	Desgaste de las válvulas						
					3	Sistema de lubricación con fugas						

Empresa:		Compañía Peruana De Petróleo Gas Y Gasolina S.A.C		Equipo:		Cisternas		Fecha:		15.04.2024		
Realizado por:		Gianella Carrion Lozano		Revisado por:		Supervisor de Transportes						
Item	Elemento	Función	Falla funcional	Modos de falla (causas)		Efecto de falla	Consecuencia	Evaluación				
								Nivel de ocurrencia	Nivel de detección	Nivel de severidad	NPR	
13	Sistema de inyección	Transportar el combustible, junto con la bomba de alimentación, desde el tanque hasta los cilindros mediante los inyectores.	1	Consumo excesivo de combustible	1	Filtros saturados	Acumulación de residuos	Paro del motor	6	9	8	23
					2	Nivel de combustible elevado	Toberas de inyectores con desgaste	Ralentí irregular				
			2	Vibraciones del motor	1	Sistema Common Rail defectuoso	Toberas de inyectores con desgaste	Ingreso de combustible al motor	7	8	7	22
			3	El motor falla	1	Cables de corriente de inyectores en masa	Pérdida de potencia	Paro del motor	8	7	7	22
			4	Check de motor en tablero está encendida	1	Revisar inyectores	Alta presión en los inyectores	Ingreso de combustible al motor	6	6	5	17
		5	Fuga de combustible	1	Cañerías de inyectores averiadas	Aire el sistema de combustible	Paro del motor	9	9	10	28	
14	Switch eléctrico	Permitir mover la corriente a diversas posiciones necesarias para el funcionamiento de los diferentes componentes del vehículo	1	Mala distribución de la energía	1	Descomposición de la pastilla de encendido	Corte de la señal de forma intermitente	No arranca el motor	5	5	7	17
			2	No envía señales a las bobinas	1	Falta de lubricación	Pérdidas de potencia eléctrica	Paro del motor	7	8	8	23
					2	Oxidación	Fallos en la bobina del switch	Motor pierde potencia				
3	Suciedad acumulada	Se generan chispas en otros cilindros	Daños y desgaste del vehículo									

Nota. Fuente *Análisis de la situación actual del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM*, Andrade y Herrera, 2021 y Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., 2023.

e. Fase 5: Desarrollo de las medidas implantadas.

Las actividades que fueron programadas para la ejecución durante el desarrollo de la propuesta por el periodo estimado de seis meses se muestran en la tabla 28.

Tabla 28

Medidas preventivas sugeridas

Elemento	Encargado	Actividad
Alternador	Supervisor de Transportes	Realizar una sustitución cada 500,000 y 550,000 km
	Supervisor de Transportes	Los elementos del alternador deben revisarse por separado para limpiar cualquier suciedad acumulada
	Supervisor de Transportes	Evitar el uso de baterías de mala calidad ya que aceleran las fallas en el alternador
	Supervisor de Transportes	Tener especial cuidado con las escobillas y carbones ya que están en contacto directo con las partes móviles del alternador
	Supervisor de Transportes	Verificar la resistencia de los diodos que conforman el puente rectificador
	Supervisor de Transportes	Verificar la ausencia de fugas en las bobinas y el colector
	Supervisor de Transportes	Mantener libre de suciedad y grasa todos los puntos de conexión del sistema eléctrico del vehículo
Arrancador	Supervisor de Transportes	Revisar el motor en busca de corrosión visible
	Supervisor de Transportes	Revisar las conexiones eléctricas que van al solenoide
	Supervisor de Transportes	Verificar el estado de la batería
	Conductor	Evitar el mantener el vehículo en posición de arranque por mucho tiempo
Bomba de aceite	Supervisor de Transportes	Usar aceite de buena calidad y reemplazarlo cada 20,000 km
	Supervisor de Transportes	Asegurar la correcta instalación de los filtros de aceite
	Conductor	Controlar las revoluciones
Caja de cambios	Supervisor de Transportes	Realizar el mantenimiento preventivo cada 25,000 km por lo menos 1 vez al año
	Supervisor de Transportes	Considerar que fugas de aceite o cambios de velocidad muy bruscos son indicadores que la caja de cambios está fallando
	Supervisor de Transportes	Realizar el mantenimiento preventivo cada 60,000 km.
	Conductor	Conducir de forma suave evitando cambios de marcha inadecuados
Embrague	Supervisor de Transportes	Realizar mantenimiento preventivo cada 250,000 km
	Conductor	Evitar reposar el pie sobre el pedal ya que se desgastan el disco y el cojinete de empuje
	Conductor	Evitar acelerar en exceso para no desgastar prematuramente el embrague
	Conductor	Poner marcha neutral para evitar desgaste del disco

	Conductor	En pendientes inclinadas utilizar el freno de mano al arrancar para evitar que el embrague cargue todo el peso
	Supervisor de Transportes	Realizar un mantenimiento preventivo cada 500,000 km
Mecanismo de distribución	Supervisor de Transportes	Realizar un análisis visual para identificar grietas o roturas
	Supervisor de Transportes	Comprobar la tensión de la faja asegurando que no exista holgura
Filtros de aceite	Supervisor de Transportes	Realizar una sustitución cada 20,000 km o preferentemente con cada cambio de aceite
	Supervisor de Transportes	Tener en cuenta que si se presenta una fuga de aceite luego del cambio es signo que no se ha montado correctamente el filtro
	Supervisor de Transportes	Reemplazar zapatas a los 100,000 km
	Supervisor de Transportes	Reemplazar las pastillas de freno cada 100,000 km
Freno	Supervisor de Transportes	Reemplazar los discos de freno cada 100,000 km
	Conductor	Frenar suavemente si ha cambiado recientemente las pastillas y discos de freno para contribuir a que se asienten debidamente
	Conductor	Evitar frenar bruscamente o acelerar en exceso
	Supervisor de Transportes	Revisar la correcta alineación de los ejes
Grupo Range	Supervisor de Transportes	Aplicar pasta protectora sobre los ejes de acoplamiento entre el motor y el reductor
	Supervisor de Transportes	Controlar la adecuada cantidad de lubricante
	Supervisor de Transportes	Realizar mantenimiento preventivo a los 60,000 km
Manguera de refrigeración	Supervisor de Transportes	Comprobar que no existan dobleces, bordes afilados o en contacto con superficies calientes
	Supervisor de Transportes	Comprobar la temperatura de la manguera para verificar que funcionan de manera correcta con el uso de un termómetro infrarrojos. Funciona correctamente cuando la manguera de entrada y de salida del calefactor presentan la misma temperatura
	Supervisor de Transportes	Asegurarse que el refrigerante esté limpio y que el sistema de refrigeración esté en buenas condiciones
	Supervisor de Transportes	Cambiar la válvula y el líquido de refrigeración usando aditivo de etilenglicol con agua en un porcentaje de 50/50
	Supervisor de Transportes	Realizar mantenimiento preventivo con lubricantes sintéticos
	Supervisor de Transportes	Reemplazar el filtro de aire a los 60,000 km
Motor	Supervisor de Transportes	Limpiar las válvulas de admisión y escape a los 500,000 km
	Supervisor de Transportes	Revisar la luz de control del motor
	Supervisor de Transportes	Realizar el cambio de filtro de combustible cada 20,000 km
	Conductor	Tomar acción al escuchar algún ruido extraño
	Conductor	Evita cambios bruscos y constantes de velocidad
	Conductor	Esperar unos segundos para poner en marcha el vehículo
Sistema de Inyección	Supervisor de Transportes	Sustituir los filtros periódicamente

	Supervisor de Transportes	Limpiar los inyectores alrededor de los 500,000 km
	Supervisor de Transportes	Usar aditivos químicos para la limpieza de los inyectores
	Conductor	No circular en reserva
	Conductor	Evitar aumentar la carbonilla al subir de revoluciones bruscamente
	Supervisor de Transportes	Realizar una sustitución al 1,000,000 km
Switch eléctrico	Supervisor de Transportes	Limpiar el switch con una brocha con gasolina para eliminar toda la suciedad
	Supervisor de Transportes	Limpiar los restos de óxido que se encuentren en el sistema
	Supervisor de Transportes	Adquirir un líquido especial que ayude a la lubricación del sistema

Nota. Fuente *Claves para el mantenimiento de los camiones cisterna*, Consman Service and Mobility, 2023.

f. Fase 6: Auditar los resultados de las medidas preventivas.

Para que la implementación del RCM sea sostenible en el tiempo se debe auditar las medidas preventivas sugeridas en el apartado anterior mediante la visita a las instalaciones de mantenimiento de una persona que tenga autoridad o poder sobre el área, que en este caso vendría a ser el jefe de operaciones, quien debe entrevistar al supervisor de transportes y el conductor encargado de la cisterna y observar las operaciones de mantenimiento revisando que se cumplan lo establecido en la descripción de la actividad preventiva. Es importante que la auditoría se desarrolle de forma trimestral y se anoten las observaciones a fin de ir mejorando continuamente; y que esta sea presentada a la gerencia a fin de dar a conocer los avances o mejoras desarrolladas con estas nuevas acciones preventivas.

Diseño del TPM.

a. Etapa 1. Preparación.

En esta primera etapa se toma la decisión de aplicar TPM en la empresa, se realizan campañas de información donde se presenta el diagnóstico actual de la empresa y se exponen los objetivos que se plantean conseguir con el desarrollo de la herramienta.

b. Etapa 2. Implementación.

Los ocho pilares del mantenimiento productivo total sirven de apoyo para la construcción de un sistema de mantenimiento sostenible, cada pilar involucra a todos los departamentos y talento humano de la empresa en busca de crear una misión corporativa para mejorar la eficiencia de los equipos. En la tabla 29, se describen estas etapas, las actividades propuestas y el resultado esperado de cada una de ellas.

Tabla 29

Desarrollo del TPM

Etapa/Pilar	Objetivo	Actividades	Responsable
1. Mejoras enfocadas	1.1. Enfocar a la organización del trabajo a través de equipos	Desempeñar las tareas de la organización priorizando a los colaboradores y su ritmo de trabajo estableciendo una estructura organizacional consolidada y definiendo específicamente las funciones que cada colaborador debe cumplir para el logro de los objetivos comunes	Jefe de operaciones
	1.2. Emplear técnicas, metodologías, filosofías para propuestas de solución	Establecer políticas internas basadas en seguridad, responsabilidad, simplicidad, integridad y espíritu empresarial, que sean reconocidas y cumplidas por toda la organización	Jefe de operaciones y Gerencia
	1.3. Integrar las diferentes áreas de la empresa	Implicar y comprometer a todos los colaboradores de cada área por medio de comunicados frecuentes, conversaciones frente a frente y oportunidades para participar	Jefe de operaciones y Supervisor de transportes
2. Mantenimiento autónomo	2.1. Elaborar estándares previamente coordinados con el técnico	Adaptar los procesos que se siguen al modelo de referencia propuesto en la tabla 38 y adicionar otros que sean de utilidad en el mantenimiento de las cisternas	Supervisor de transportes
	2.2. Enseñar al conductor actividades básicas para que ellos mismos puedan reparar fallas menores	Establecer un espacio para que el supervisor enseñe algunas reparaciones menores y seguras que puedan ser realizadas por el mismo conductor	Supervisor de transportes y conductor
	2.3. Supervisar y retroalimentar constantemente las actividades de reparación realizadas por los conductores	Elaborar un manual con las actividades propuestas en la tabla 38 y otras que generen buenos resultados, los cuales serán auditados de forma trimestral verificando que se cumpla con lo estandarizado	Jefe de operaciones y Supervisor de transportes
3. Mantenimiento planificado	3.1. Definir objetivos y metas claras para la implementación del TMP	Maximizar la efectividad total de los sistemas productivos por medio de la participación de todos los colaboradores en los tiempos propuestos para llevar a cabo las acciones planteadas en el presente cuadro.	Jefe de operaciones, supervisor de transportes y conductores.
	3.2. Planificar de forma concisa lo que se pretende realizar	Establecer como base las acciones a tomar aquí planteadas, presentar a gerencia y comenzar con el desarrollo de las actividades	Jefe de operaciones y Supervisor de transportes

Etapa/Pilar	Objetivo	Actividades	Responsable
4. Mantenimiento de la calidad	4.1. Planificar los procesos basados en la visión de la calidad	Identificar las actividades de mantenimiento preventivo que permitan obtener soluciones seguras y eficiencia en el rendimiento de los equipos a fin de estandarizarlas o crear patrones determinados que aseguren cumplir funciones con calidad	Jefe de operaciones y Supervisor de transportes
	4.2. Fomentar la cultura de calidad en todo el personal de la organización	Concientizar a los colaboradores por medio de capacitaciones que les permitan conocer que cada uno es para fundamental para lograr éxito seguro en la implementación de la calidad	Jefe de operaciones y Gerencia
	4.3. Medir la percepción de calidad con el cliente externo e interno	Elaborar encuestas al público para medir la atención recibida por el servicio prestado. Realizar conversatorios internos a fin de conocer la satisfacción de la fuerza laboral	Supervisor de transportes
5. Prevención del mantenimiento	5.1. Reunir información del uso, funcionamiento y fallas comunes de los equipos	Guiarse del análisis de modos y fallas presentado previamente (Tabla 37)	Supervisor de transportes y conductor
	5.2. Maximizar la disponibilidad de los equipos para reducir los tiempos de paradas	Seguir las actividades preventivas programadas propuesta anteriormente (Tabla 38)	Supervisor de transportes y conductor
6. TPM en las áreas de apoyo	6.1. Reducir los retrasos que se presentan en las áreas que soportan las operaciones de mantenimiento	Generar líneas de acción con el área logística y almacén a fin de reducir los retrasos generados en la compra de repuestos	Jefe de Operaciones y Supervisor de transportes
	6.2. Fomentar el flujo continuo de comunicación entre las áreas	Escuchar a las áreas y reflejarlas en acciones reales que hagan sentir a los colaboradores que su información y cooperación es de interés para la organización	Jefe de operaciones y Gerencia
	6.3. Fomentar el flujo continuo de procesos entre las áreas	Establecer actividades extraordinarias que permitan fomentar el trabajo en equipo aumentando el compromiso por la fluidez de los procesos en la empresa	Jefe de operaciones y Gerencia
7. Educación y entrenamiento	7.1. Capacitar al supervisor para el desarrollo de habilidades en el rubro automotriz	Solicitar al área de logística capacitaciones específicas en el rubro automotriz	Jefe de operaciones
	7.2. Fomentar la rápida resolución de problemas	Fomentar la indagación en el tema identificando el problema, determinar las causas raíz y buscar varias soluciones.	Supervisor de transportes

Etapa/Pilar	Objetivo	Actividades	Responsable
8. Seguridad y medioambiente	8.1. Asegurar un ambiente de trabajo adecuado	Ordenar las herramientas y limpiar el lugar de cualquier suciedad, restos metálicos o vertidos peligrosos. La temperatura del ambiente no debe exceder los 27°C y los decibelios no deben sobrepasar los 80-87	Supervisor de operaciones
	8.2. Garantizar la seguridad enfocada en cero accidentes	Señalizar las zonas de riesgo y zonas seguras ante cualquier incidente. Colocar un extintor y botiquín de primeros auxilios. Proporcionar los equipos de seguridad necesarios para los técnicos	Supervisor de operaciones

Nota. Fuente *Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM*, Fernández, 2018 y Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina, 2023.

c. Etapa 3: Cronograma propuesto de implementación.

El proyecto tiene como probable fecha de inicio el lunes 1 de julio de 2024 y fecha de término el viernes 27 de diciembre de 2024.

d. Etapa 4: Mejora continua.

En esta etapa se analizan los resultados obtenidos tras implementarse la propuesta y se estandarizan, dando comienzo a un nuevo proceso de mejora continua en la empresa. Para realizar la evaluación es necesario analizar en materia de las seis grandes pérdidas que son: fallos en los equipos, tiempos muertos, marchas en vacío o detenciones menores, velocidad de operación reducida, reprocesos y pérdidas de tiempo propias de la puesta en marcha de un nuevo proceso, para ello es necesario llevar un control mensual e ir anotando las paradas y los tiempos de estas, a fin de comparar con los datos obtenidos inicialmente.

3.3. Determinar los sobrecostos operativos en las áreas de almacén y mantenimiento después del diseño.

En esta sección se muestran las tablas 30-36 con las mejoras proyectadas de los indicadores que se obtendrían al aplicar las herramientas propuestas previamente.

Tabla 30

Clasificación de la mercadería después de la propuesta

Mes	Mercadería ubicada según su zona (und)	Total de mercadería (und)	Clasificación de la mercadería
Enero	560	642	87.23%
Febrero	1220	1373	88.86%
Marzo	462	520	88.85%
Abril	740	812	91.13%
Mayo	750	822	91.24%
Junio	1054	1136	92.78%
Julio	499	533	93.62%
Agosto	719	765	93.99%
Setiembre	817	853	95.78%
Octubre	483	502	96.22%
Noviembre	968	997	97.09%
Diciembre	429	438	97.95%
Promedio	725	783	92.89%

Tabla 31

Orden en el almacén después de la propuesta

Mes	Mercadería ordenada según categoría (und)	Total de mercadería (und)	Mercadería ordenada
Enero	540	642	84.11%
Febrero	1117	1373	81.35%
Marzo	451	520	86.73%
Abril	742	812	91.38%
Mayo	743	822	90.39%
Junio	1036	1136	91.20%
Julio	489	533	91.74%
Agosto	704	765	92.03%
Setiembre	791	853	92.73%
Octubre	465	502	92.63%
Noviembre	927	997	92.98%
Diciembre	409	438	93.38%
Promedio	725	783	90.05%

Tabla 32

Limpieza en el almacén después de la propuesta

Mes	Espacio limpio (mts ²)	Espacio total del almacén (mts ²)	Limpieza del área
Enero	41	48	85.42%
Febrero	41	48	85.42%
Marzo	41	48	85.42%
Abril	41	48	85.42%
Mayo	43	48	89.58%
Junio	44	48	91.67%
Julio	44	48	91.67%
Agosto	46	48	95.83%
Setiembre	46	48	95.83%
Octubre	47	48	97.92%
Noviembre	47	48	97.92%
Diciembre	47	48	97.92%
Promedio	44	48	91.67%

Tabla 33

Estandarización y disciplina después de la propuesta

Mes	Estandarización	Disciplina
Enero	88.00%	91.00%
Febrero	88.00%	91.00%
Marzo	91.00%	92.00%
Abril	91.00%	92.00%
Mayo	92.00%	93.00%
Junio	95.00%	94.00%
Julio	95.00%	94.00%
Agosto	96.00%	95.00%
Setiembre	97.00%	95.00%
Octubre	97.00%	98.00%
Noviembre	97.00%	99.00%
Diciembre	97.00%	100.00%
Promedio	93.67%	94.50%

Tabla 34

Rotación de inventarios después de la propuesta

Mes	Total de repuestos atendidos al mes (und)	Inventario promedio al mes (und)	Rotación de inventario
Enero	623	642	97.04%
Febrero	1264	1373	92.06%
Marzo	479	520	92.12%
Abril	741	812	91.26%
Mayo	773	822	94.04%
Junio	1103	1136	97.10%
Julio	491	533	92.12%
Agosto	750	765	98.04%
Setiembre	819	853	96.01%
Octubre	477	502	95.02%
Noviembre	968	997	97.09%
Diciembre	434	438	99.09%
Promedio	744	783	95.08%

Tabla 35

MTBF y MTTR después de la propuesta

Mes	Nº viajes al mes	Hrs viajes al mes	Frecuencia de fallas	MTBF	Hrs de paro	MTTR
Enero	7	124.04	6	20.67	17.43	2.91
Febrero	7	117.87	6	19.65	17.69	2.95
Marzo	7	123.12	5	24.62	17.74	3.55
Abril	8	139.84	6	23.31	13.39	2.23
Mayo	8	120.27	5	24.05	11.67	2.33
Junio	7	98.45	4	24.61	11.25	2.81
Julio	8	131.62	4	32.91	11.54	2.89
Agosto	8	133.43	4	33.36	11.80	2.95
Setiembre	8	143.15	3	47.72	9.28	3.09
Octubre	9	160.17	4	40.04	12.14	3.03
Noviembre	9	159.57	3	53.19	9.91	3.30
Diciembre	9	155.50	3	51.83	9.97	3.32
Promedio	8	133.92	4	30.32	12.82	2.90

Tabla 36

Disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad después de la propuesta.

Mes	Disponibilidad	Confiabilidad	Mantenibilidad
Enero	87.68%	81.87%	75.90%
Febrero	86.95%	81.87%	73.62%
Marzo	87.41%	84.65%	68.56%
Abril	91.26%	81.87%	87.61%
Mayo	91.16%	84.65%	82.06%
Junio	89.74%	87.52%	68.85%
Julio	91.94%	87.52%	78.14%
Agosto	91.88%	87.52%	77.87%
Setiembre	93.91%	90.48%	78.61%
Octubre	92.96%	87.52%	82.78%
Noviembre	94.15%	90.48%	80.00%
Diciembre	93.98%	90.48%	78.99%
Promedio	91.08%	86.37%	77.75%

Es así que estas mejoras impactan no solo en los indicadores sino también en el costo presupuestado de cada área respectiva; a continuación, en las tablas 37 y 38, se precisa un estimado del costeo de las causas raíz sobre las cuales se realizaron el diseño de las herramientas propuestas en el presente informe, con la finalidad de conocer el ahorro obtenido que impacta en los sobrecostos operativos, resumidos en la tabla 39.

Tabla 37

Costeo CR (a) 1 después de la mejora

ÁREA	Enero (S/.)	Febrero (S/.)	Marzo (S/.)	Abril (S/.)	Mayo (S/.)	Junio (S/.)	Julio (S/.)	Agosto (S/.)	Setiembre (S/.)	Octubre (S/.)	Noviembre (S/.)	Diciembre (S/.)
MANTENIMIENTO	1,992.60	151.50	250.20	130.30	639.00	338.10	176.20	151.50	654.40	174.70	180.40	209.40
Gasfitería	212.60	40.00	23.70	22.80	25.00	68.50	22.80	25.00	23.70	37.80	15.00	71.30
General	233.40	61.00	62.00	53.00	78.40	103.00	17.00	76.00	61.00	82.40	35.00	43.00
Mtto Compresora	18.00	12.00	35.50	12.00	18.00	29.50	18.00	12.00	35.50	12.00	18.00	12.00
Pintado	65.00	35.00	65.00	35.00	65.00	35.00	65.00	35.00	65.00	35.00	65.00	35.00
Sistema eléctrico	664.40	3.50	64.00	7.50	47.40	74.10	53.40	3.50	64.00	7.50	47.40	20.10
Surtidores	799.20	-	-	-	405.20	28.00	-	-	405.20	-	-	28.00
TRANSPORTES	29,435.68	7,260.33	9,317.77	8,329.78	9,240.67	10,232.15	9,990.41	6,875.66	9,329.69	6,351.60	7,175.90	804.66
Filtros	3,197.75	-	2,372.47	825.28	2,372.47	-	3,197.75	-	2,372.47	825.28	2,372.47	-
Lubricantes	88.68	14.45	59.97	43.16	59.97	12.20	90.93	12.20	59.97	43.16	59.97	12.20
Neumáticos	348.70	-	-	-	348.70	-	-	-	-	348.70	-	-
Sistema de arranque	-	-	-	-	-	128.00	-	-	-	-	-	128.00
Sistema de carga de aire	6,994.90	3,247.00	3,247.00	3,247.00	3,247.00	3,359.00	3,247.00	3,247.00	3,247.00	3,247.00	3,359.00	-
Sistema de dirección	1,036.50	200.00	220.00	856.00	290.00	1,336.70	850.00	300.00	-	480.00	-	-
Sistema de embrague	212.00	-	-	1,375.88	-	1,158.00	1,052.00	-	572.98	-	720.00	-
Sistema de freno	9,875.65	1,463.06	1,681.33	761.06	2,341.33	2,719.06	481.33	2,391.06	2,879.87	467.06	467.06	467.06
Sistema de refrigeración	2,283.38	914.00	-	1,024.00	-	1,321.79	-	728.00	-	-	-	-
Sistema de suspensión	1,208.00	1,224.42	1,539.60	-	383.80	-	874.00	-	-	743.00	-	-
Sistema diferencial	2,303.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistema eléctrico	1,886.40	197.40	197.40	197.40	197.40	197.40	197.40	197.40	197.40	197.40	197.40	197.40
Total general	31,428.28	7,411.83	9,567.97	8,460.08	9,879.67	10,570.25	10,166.61	7,027.16	9,984.09	6,526.30	7,356.30	1,014.06

Tabla 38

Costeo CR (m) 2 después de la mejora

Mes	BFG-735			BRD-885			C60-811			TOV-869			BNT-764			BSY-878			Total (S/)
	Costo repuesto (S/)	Costo servicio de terceros (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo repuesto (S/)	Costo servicio de terceros (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo repuesto (S/)	Costo servicio de terceros (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo repuesto (S/)	Costo servicio de terceros (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo repuesto (S/)	Costo servicio de terceros (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	Costo repuesto (S/)	Costo servicio de terceros (S/)	Costo extra compra combustible local (S/)	
Ene	5,352.28	1,889.37	2,828.70	378.00	-	1,749.00	-	-	-	326.70	49.00	2,313.85	192.00	162.50	2,296.26	-	-	-	17,537.66
Feb	-	-	-	13.60	58.50	924.00	-	82.80	517.37	6,814.12	-	170.10	-	208.00	292.57	-	-	-	9,081.06
Mar	1,710.15	1,280.00	2,201.10	1,301.52	-	3,068.80	-	75.60	2,547.02	37.80	57.60	2,777.94	-	183.60	3,073.14	-	-	-	18,314.27
Abr	676.80	210.00	702.00	200.60	92.40	2,214.90	10.72	-	-	-	156.90	1,285.96	-	39.31	767.23	29.82	-	445.82	6,832.46
May	138.19	52.00	-	603.06	88.20	822.78	-	-	-	9.80	369.84	-	999.24	130.65	387.50	5,577.49	44.80	380.05	9,603.60
Jun	-	53.60	-	-	82.80	-	-	-	-	256.32	-	-	284.00	42.00	-	-	-	-	718.72
Jul	-	225.56	-	3,655.26	53.60	-	-	120.50	-	766.33	149.60	-	351.80	37.60	-	859.66	50.40	-	6,270.31
Ago	-	103.95	513.50	1,205.60	-	640.73	240.83	142.80	292.57	4,632.93	276.25	157.95	252.00	53.60	345.60	-	-	-	8,858.31
Set	251.30	363.51	1,192.10	837.90	26.40	356.40	1,152.10	49.07	178.20	2,630.62	234.50	318.38	20.21	145.40	361.80	60.76	78.00	340.20	8,596.85
Oct	-	162.00	126.75	-	123.95	-	18.55	-	-	52.73	158.90	-	12,248.23	216.74	-	-	-	-	13,107.85
Nov	27.72	-	267.30	-	52.80	4,673.28	1,300.00	-	351.00	10.65	32.50	-	157.50	111.51	-	-	-	-	6,984.26
Dic	191.75	314.84	-	41.30	102.00	-	393.96	-	-	-	44.10	-	720.70	27.60	-	-	-	-	1,836.25
Total	8,348.19	4,654.83	7,831.45	8,236.84	680.65	14,449.89	3,116.16	470.77	3,886.16	15,538.00	1,529.19	7,024.18	15,225.68	1,358.51	7,524.10	6,527.73	173.20	1,166.07	107,741.60

Tabla 39*Ahorro proyectado después de las mejoras.*

Mes	CR (a) 1 (S/)	CR (m) 2 (S/)
Enero	13,139.70	9,034.55
Febrero	16,935.02	5,517.54
Marzo	5,623.55	9,861.53
Abril	5,905.09	3,365.24
Mayo	10,810.00	5,402.03
Junio	16,945.28	404.28
Julio	5,152.87	3,103.28
Agosto	4,264.38	4,982.80
Setiembre	6,351.91	4,234.27
Octubre	4049.7276	6,456.11
Noviembre	9,499.34	3,928.64
Diciembre	6,139.23	988.75
Total	104,816.10	57,279.02

3.4. Evaluar económica y financieramente el impacto del diseño en los sobrecostos operativos.

Por otro lado, se presenta las tablas 40-43 con el detalle del costo que implica la ejecución de las herramientas, los cuales fueron resumidos en la tabla 44.

Tabla 40*Inversión herramienta ABC*

Actividad	Inversión (S/)
Formatos ABC para inventarios	7,500.00
Capacitaciones	9,000.00
Honorario de supervisores	5,100.00
Material didáctico y útiles	4,550.00
Auditorías	14,500.00
Total	40,650.00

Tabla 41*Inversión herramienta 5s*

Actividad	Inversión (S/)
Implementación etapa Clasificación	9,950.00
Implementación etapa Orden	8,770.00
Implementación etapa Limpieza	7,860.00
Implementación etapa Estandarización	8,734.00
Implementación etapa Disciplina	3,680.00
Total	38,994.00

Tabla 42*Inversión herramienta RCM*

Actividad	Inversión (S/)
Renovación de herramientas	16,000.00
Compra de materiales adicionales	10,400.00
Revisiones externas	9,100.00
Total	35,500.00

Tabla 43*Inversión herramienta TPM*

Actividad	Inversión (S/)
Capacitaciones en el rubro automotriz	10,600.00
Auditorías internas	7,000.00
Compra de EPP adecuados	8,300.00
Acondicionamiento del espacio de trabajo	13,000.00
Total	38,900.00

Tabla 44*Costeo de la herramienta*

Herramienta	Costo (S/)
ABC	40,650.00
5s	38,994.00
RCM	35,500.00
TPM	38,900.00
Total	154,044.00

Por último, se presenta las tablas 45-47 con la evaluación financiera de la realización del proyecto, lo cuál se resumen en la tabla 48.

Tabla 45*Costo por incurrir en la propuesta de mejora*

Herramienta	Mes 0 (S/)	Mes 1 (S/)	Mes 2 (S/)	Mes 3 (S/)	Mes 4 (S/)	Mes 5 (S/)	Mes 6 (S/)
ABC	13,821.00	4,471.50	4,471.50	4,471.50	4,471.50	4,471.50	4,471.50
5s	13,257.96	4,289.34	4,289.34	4,289.34	4,289.34	4,289.34	4,289.34
RCM	12,070.00	3,905.00	3,905.00	3,905.00	3,905.00	3,905.00	3,905.00
TPM	13,226.00	4,279.00	4,279.00	4,279.00	4,279.00	4,279.00	4,279.00
Total	52,374.96	16,944.84	16,944.84	16,944.84	16,944.84	16,944.84	16,944.84

Tabla 46*Costo por no incurrir en la propuesta de mejora*

Causa Raíz	Mes 1 (S/)	Mes 2 (S/)	Mes 3 (S/)	Mes 4 (S/)	Mes 5 (S/)	Mes 6 (S/)
CR(a)	18,684.06	18,684.06	18,684.06	18,684.06	18,684.06	18,684.06
CR(m)	13,751.72	13,751.72	13,751.72	13,751.72	13,751.72	13,751.72
Total	32,435.78	32,435.78	32,435.78	32,435.78	32,435.78	32,435.78

Tabla 47*Flujo de caja neto*

	Mes 0 (S/)	Mes 1 (S/)	Mes 2 (S/)	Mes 3 (S/)	Mes 4 (S/)	Mes 5 (S/)	Mes 6 (S/)
Flujo de caja neto	-52,374.96	15,490.94	15,490.94	15,490.94	15,490.94	15,490.94	15,490.94

Tabla 48

Resultados de análisis financiero

Indicador	Valor
COK	8%
VAN	S/ 72,086.62
TIR	19%
IR	S/ 1.38
PRI	0.79

Es entonces que, se tiene un índice de retorno (IR) de S/ 1.38, el cuál señala que por cada sol invertido en esta propuesta se obtendría una ganancia de 0.38 soles en un periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 0.79, es decir en el plazo aproximado de 5 meses.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

Como primer objetivo específico se determinó los sobrecostos operativos en el área de almacén y mantenimiento antes de la propuesta y sus causas raíz, encontrándose S/224,208.71 y S/165,020.62 como sobrecostos en los problemas principales del área de almacén y mantenimiento respectivamente, lo cual concordó con el estudio realizado por Bazán y Caicay (2021) quienes afirmaron que las pérdidas por una incorrecta gestión de almacén en una empresa fue de S/ 762,753.60; asimismo Guarniz (2018) afirmó que en una flota de camiones encontró 67 fallas que originaron un costo de S/. 408,956.50 encontrando como principal causa la ausencia de indicadores de gestión de mantenimiento.

Como segundo objetivo se elaboró el diseño de mejora en el área de almacén y mantenimiento según metodologías de ingeniería industrial, para el área de almacén se ejecutó la clasificación ABC y herramienta 5s en el que se logró aumentar en 44.38% la rotación de inventarios esto se corroboró con lo indicado por Bazán y Caicay (2021) quienes después de implementar la metodología ABC aumentaron en 26% este indicador; asimismo Medrano et al. (2019) tras implementar la metodología 5S en un almacén de refacciones mejoró significativamente la gestión en 44%, dicho valor es similar al obtenido luego del diseño del proyecto el cuál es de 49%. Por otro lado, se desarrollaron las herramientas RCM y TPM que permitieron aumentar los indicadores como disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad en 11.02%, 6.05% y 31.04%; estos resultados guardaron relación con la investigación de Guarniz (2018) quien consiguió mejorar la disponibilidad en un rango de 7.6% - 12.7%, la confiabilidad en 7.9% - 15% y una mantenibilidad constante; esto debido a que, si bien en la confiabilidad no

aumentó en el mismo rango que Guarniz se consiguió que la mantenibilidad si aumente en un porcentaje considerable.

El tercer objetivo tuvo como finalidad determinar los sobrecostos operativos en las áreas de almacén y mantenimiento después del diseño, obteniendo un total de S/119,392.61 y S/107,741.60 para las respectivas áreas, es decir un ahorro de S/162,095.12; lo cual no se alejó de lo señalado por Bazán y Caicay (2021) quienes lograron un ahorro monetario de S/ 328,998.30, así como Guarniz (2018) quién redujo en S/ 190,927.90 gracias a su gestión.

El cuarto objetivo consistió en evaluar económica y financieramente el impacto del diseño en los sobrecostos operativos, en el cual se revela un valor actual neto de S/ 72,086.62 y una tasa interna de retorno de 19 %; dichos valores permitieron sostener la factibilidad de la investigación, puesto que lo datos no se alejaron de lo obtenido por Chiguala y Vásquez (2021), quienes obtuvieron un VAN de S/ 2,585.6 , un TIR de 15% superior al COK de 10% y un beneficio costo de 7.37 gracias a la aplicación de las herramientas ABC y 5s en la gestión de almacén. En la misma línea, los resultados concordaron con lo indicado por Perales (2020) quién logró optimizar la disponibilidad y confiabilidad de las unidades vehiculares de la empresa de hidrocarburos con un plan propuesto basado en la metodología TPM que obtuvo un valor actual neto de S/ 21,416.06, y una tasa interna de retorno de 20.6% haciendo factible la realización de la indagación.

Finalmente, como objetivo general del proyecto se determinó en qué medida el diseño de gestión de almacén y mantenimiento reduce los sobrecostos en Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C.; Trujillo 2023; es entonces que de acuerdo con los resultados obtenidos que lograron mejorar los sobrecostos en un 46.75% y 34.71% en el área de almacén y mantenimiento, se pudo afirmar que las teorías planteadas disminuyeron significativamente los sobrecostos en las respectivas áreas, confirmando lo indicado por Chiguala y Vásquez (2021) quién generó una

reducción del 49.15% de las pérdidas monetarias de la empresa al implementar herramientas de control de almacén. Asimismo, se validó lo afirmado por Causil (2020) quién aplicando la metodología RCM para equipos de suministros de combustible, logró una reducción de gastos de viáticos y demás hasta en un 42%.

Cabe mencionar que el desarrollo del presente trabajo de investigación contó con limitaciones como la búsqueda de artículos de fuente confiable, la discreción por parte del área administrativa para brindar información documentaria y el desorden en la recopilación de data histórica, por ejemplo: gastos, programaciones, compras, mantenimientos, etc.

No obstante, la implicación que trae consigo la realización del estudio es que servirá como antecedente para los estudiantes interesados en conocer sobre gestión de costos operativos, implementación y beneficios de la aplicación de herramientas ABC, 5s, RCM y TPM. En el cual, el éxito de la implementación de las herramientas en la empresa dependerá de una correcta capacitación al personal a cargo y operarios.

Conclusiones

Los sobrecostos operativos en las área de gestión de almacén y en el área de mantenimiento antes del diseño y sus causas raíz fueron determinados mediante un Diagrama de Ishikawa, encontrando problemas en los materiales, métodos de trabajo, maquinaria, medición y mano de obra, específicamente se encontró que la falta de procedimientos en almacén y una gestión de mantenimiento mal implementada representa el 80% de los sobrecostos en las áreas de almacén y mantenimiento, con un total de S/224,208.71 y S/165,020.62 respectivamente.

Se elaboró una propuesta de mejora en el área de gestión de almacén y mantenimiento en base a teorías ABC, 5s, TPM y RCM; obteniendo una rotación de inventarios del 95,08%, así como una mejora en las fases de clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina en 50.48%,

55.96%, 43.38%, 46.50% y 46.75% respectivamente. Además, se obtuvo un tiempo promedio entre fallas de 30.32hrs, un tiempo promedio de reparación de 2.90hrs y un porcentaje de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de 91.08%, 86.37% y 77.75% respectivamente, con un plazo estipulado de 4 a 6 meses para percibir las primeras mejoras.

Los sobrecostos operativos en las áreas de almacén y mantenimiento después del diseño fueron determinados analizando las mejoras implementadas en cada área en un horizonte de enero a diciembre, obteniendo un total de S/119,392.61 y S/107,741.60 para las áreas de almacén y mantenimiento respectivamente, lo que significó una reducción significativa de los sobrecostos a comparación el costeo inicial.

Se evaluó económica y financieramente el impacto del diseño en los sobrecostos operativos, encontrando que, con una inversión de S/40,650.00; S/38,994.00; S/35,500.00 y S/38,900.00 para la ejecución de las herramientas ABC, 5s, RCM y TPM, es decir S/154,044.00 en total, se obtiene un valor actual neto de S/72,086.62, el cual al ser mayor que cero nos permitió aceptar el proyecto, asimismo una tasa interna de retorno de 19% que resultó ser mayor al costo de oportunidad de capital de la empresa (COK=8%), por lo tanto, se afirmó que la propuesta de mejora es factible para su ejecución con índice de rentabilidad de S/1.38 y un periodo de recuperación de la inversión en 05 meses.

Finalmente se puede concluir que, un diseño de gestión de almacén y mantenimiento basado en teorías ABC, 5s, RCM y TPM disminuyó los sobrecostos de la Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C., Trujillo 2023, ya que se consiguió un ahorro de S/ 104,816.10 y S/ 57,279.02 en el área de almacén y mantenimiento respectivamente, lo que se tradujo en 46.75% y 34.71% de mejora en las dichas áreas, obteniendo un ahorro total de S/ 162,095.12 para la compañía.

Referencias

Aldavert, J., Vidal, E., Lorente, J. y Aldavert, X. (2016). *5s para la mejora continua: La base del Lean*.

https://books.google.com.pe/books?id=BFENyAEACAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Álvarez Risco, A. (2020). *Clasificación de las investigaciones*. Repositorio Institucional ULima.

<https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10818/Nota%20Acad%203%A9mica%202C%20%20Clasificaci%C3%B3n%20de%20Investigaciones.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Alvarez Viera, P. (2018) *Ética e Investigación*. *Revista Boletín Redipe*, 7(2), 122-149.

<https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/434>

Andrade Solórzano, C. L. y Herrera Suárez, M. (2021). Análisis de la situación actual del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*.

4(8), 2-18. <https://doi.org/10.46296/ig.v4i8.0021>

Arellano Cepeda, O., Quispe Fernández, G., Ayaviri Nina, D. y Escobar Mamani, F. (2017).

Estudio de la Aplicación del Método de Costos ABC en las Mypes del Ecuador. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(1), 33-46. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2016.253>

Bazan Rueda, R.N. y Caicay Avalos, D.B. (2021) *Mejora de la gestión del almacén de ingeniería de un operador logístico para reducir los costos operacionales, Lima 2021* [Tesis de Titulación, Universidad Privada del Norte].

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30056/Bazan%20Rueda%2c%20Renato%20Noe%20->

[Caicay%20Avalos%2c%20Dora%20Bernardina.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30056/Bazan%20Rueda%2c%20Renato%20Noe%20-Caicay%20Avalos%2c%20Dora%20Bernardina.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Betancourt, D. F. (2017). *Productividad: Definición, medición y diferencia con eficacia y eficiencia*. www.ingenioempresa.com/productividad.
- Campo, C. (2018). *Gerenciamiento de actividades en estaciones de servicio*. Repositorio Institucional UCES.
http://dspace.uces.edu.ar:8180/jspui/bitstream/123456789/4453/2/Informe%20Final_Campo.pdf
- Causil Herrera, J. J. (2020). *Diseño de un plan de mantenimiento mediante la metodología RCM para equipos de la empresa Distracom S.A.* [Tesis de grado, Universidad de Córdoba]. Repositorio Universidad de Córdoba.
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/2850>
- Chiguala Ramirez, A.G. y Vásquez Alzamora, C.M. (2021) *Implementación de las 5S, ABC de inventarios y Kardex para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Norpiel S.R.L, Trujillo 2021* [Tesis de Titulación, Universidad Privada del Norte].https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29931/Chiguala%20Ramirez%20Angie%20Gianella%20-%20_Vasquez%20Alzamora%20Cesar%20Miguel.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Comex. (24 de febrero de 2023). *¿Qué les espera a los hidrocarburos en 2023?*.
<https://www.comexperu.org.pe/articulo/que-les-espera-a-los-hidrocarburos-en-2023#:~:text=Seg%C3%BAn%20el%20%C3%BAltimo%20reporte%20de,8.7%25%20respecto%20de%202020>
- Compañía Peruana de Petróleo Gas y Gasolina S.A.C. (2022). <https://pgyg.pe/web/empresa.php>
- Consman Service and Mobility. (27 de diciembre 2023). *Claves para el mantenimiento de los camiones cisterna*. <https://www.consman.es/mantenimiento-camiones-cisterna/>

Contretas Cubas, I.A. y Zare Valderrama, K.A. (2019). *La metodología 5s como herramienta de mejora en las empresas industriales, de Latinoamérica, en los últimos 5 años, Lima 2019* [Tesis de Bachiller, Universidad Privada del Norte].

https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25694/Trabajo%20de%20investigaci%3%b3n_total.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Delclós, J. (2018). *Ética en la investigación científica*. <https://www.esteve.org/wp-content/uploads/2018/03/C43-02.pdf>

Diego Morillo, A. (2015). *Gestión de pedidos y stock*. Ediciones Paraninfo. ISBN 10: 8428397740

Emovon, I., Norman, R. A. y Murphy, A. J. (2016). Elements of maintenance system and tools for implementation within framework of Reliability Centred Maintenance - A review. *Journal of Mechanical Engineering and Technology (JMET)*, 8(2), 1-34. <https://journal.utem.edu.my/index.php/jmet/article/download/640/978>

Fernandez Alvarez, E. (2018). *Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM*. [Tesis de maestría, Universidad de Oviedo]. Ruo. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/47868/Gesti%F3n%20de%20Mantenimiento.%20Lean%20Maintenance%20y%20TPM.pdf;jsessionid=A947788203C02C8E407F3AEDDC18BDAC?sequence=1>

García Palencia, O. (2011). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Principios fundamentales*. Ediciones de la U.

González Payá, J. C. (2013). *Gestión y logística del mantenimiento de vehículos*. ECU.

- Guamán Zaldaña, C. E., Bonilla Vintimilla, S. B. y Moreno Narváez, V. P. (2020). Incidencia del flujo de efectivo en las decisiones empresariales de las estaciones de servicio. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, 5(4), 357-387. ISSN: 2542-3088.
- Guarniz León, L. S. (2018). *Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para aumentar la disponibilidad de los activos físicos de los camiones cisterna del Consorcio JRamírez E.I.R.L.* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Alicia. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/36983>
- Hansen, D. y Mowen, M. (2007). *Administración de Costos. Contabilidad y Control*. Editorial Cengage Learning Editores.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2023). *Producción del sector Minería e Hidrocarburos*. <https://m.inei.gov.pe/prensa/noticias/produccion-del-sector-mineria-e-hidrocarburos-crecio-310-en-octubre-2023-14667/>
- Jain, A., Bhatti, R. y Singh, H. (2014). Total productive maintenance (TPM) implementation practice: a literature review and directions. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(3), 293-323. <http://dx.doi.org/10.1108/IJLSS-06-2013-0032>
- Kulkarni, A. y Dabade, B. (2013). Investigation of human aspect in total productive maintenance (TPM): literature review. *International Journal of Engineering Research and Development*, 5(10), 27-36. ISSN: 2278-067X.
- Lean solutions. (2017). *Metodología 5s*. <http://www.leansolutions.co/conceptos/metodologia-5s/>
- León Camacho, T. S., Mateo Unchupaico, M. V., Quian, G. y Yupanqui Miñano, M. A. (2016). *Planeamiento Estratégico de la Industria de Combustibles Líquidos en el Perú* [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Digital de Tesis y Trabajos de Investigación PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14699>

- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciAmérica. Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 3(1), 47-50. ISSN-e 1390-9592
- Macías Acosta, R., León Resendiz, A. y Limón Lozano, C. (2018). Análisis de la cadena de suministros por clasificación ABC: el caso de una empresa mexicana. *Revista Academia & Negocios*, 4(2), 83-94. ISSN: 0719-7713 / 0719-6245
- Manzano Ramírez, M y Gisbert Soler, V. (2016). Lean Manufacturing: Implantación 5s. *3C Tecnología*, 5(4), 16-26. <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n4e20.16-26>
- Medrano López, F., Hinojosa Barrios, V., Basilio Valdez, B., Becerril Rosales, I. (2019). Implementación de la metodología 5S en un almacén de refacciones. *Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica de León*, 7(20), 35. http://reaxon.utleon.edu.mx/Art_Implementacion_de_la_metodologia_5S_en_un_almacen_de_refacciones.html
- Moran Olvera, B. M. y Chávez Cujilán, Y. T. (2022). Metodología 5S como herramienta para mejorar la productividad en las empresas. *AlfaPublicaciones*, 4(1.1), 358-371. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i1.1.164>
- Motor.es. (s.f.). *Diccionario del motor*. <https://www.motor.es/que-es/>
- Ochoa, V. (30 de enero de 2018). Existen más de 4,700 estaciones de servicio en todo el país. *Diario Gestión*. <https://gestion.pe/economia/existen-4-700-estaciones-servicio-pais-226062-noticia/>
- Olaniran, O., Love, P., Edwards, D., Olatunji, O. & Matthews, J. (2015). Cost overruns in hydrocarbon megaprojects: A critical review and implications for research. *Project Management Journal*. 46(6). 126-138. <https://doi.org/10.1002/pmj.21556>

- Ortiz Useche, A., Rodriguez Monroy, C. e Izquierdo, H. (2013). Gestión de mantenimiento en pymes industriales. *Revista Venezolana de Gerencia*, 18(61), 86-104. ISSN 1315-9984.
- Patriau Vizcarra, R., Vigo Lira, U. y Osorio Serrano, P. (2017). *Plan de marketing para implementar una estación de servicios en Miraflores afiliada a Repsol* [Tesis de Maestría, Universidad del Pacífico]. Repositorio Institucional de la Universidad del Pacífico REDUP. <http://hdl.handle.net/11354/2002>
- Perales Díaz, E. (2020). *Plan de mantenimiento basado en la metodología TPM para optimizar la productividad de las unidades vehiculares de la empresa Servosa Gas SAC – Chiclayo*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Alicia. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46164>
- Ramírez Márquez, M. M., Viscaino Valencia, P. R. y Mera Mosquera, A. R. (2018). Evaluación de un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM). *Polo del conocimiento*, 3(3), 148-156.
- Ramirez Mendez, G. G., Rodríguez-Garza, C. A. y Rosas Castro, J. A. (2020). Cambio organizacional en estaciones de servicio: implicaciones de la reforma Energética. *Revista de Investigaciones*, 32(2), 59-76. <https://doi.org/10.33975/riuq.vol32n2.456>
- Rivera Cardenas, R. (2014) *Mejoramiento de la gestion de inventarios en el almacén de repuestos de empresa andina de herramientas* [Tesis de titulación, Universidad Autónoma de Occidente]. <https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/9529b865-583c-4513-9232-4330fb52b4ba/content>
- Romo Martínez, J.E. (2015). La lista de cotejo como herramienta para la lectura crítica de artículos de investigación publicados. *Revista de Enfermería del Instituto Mexicano del*

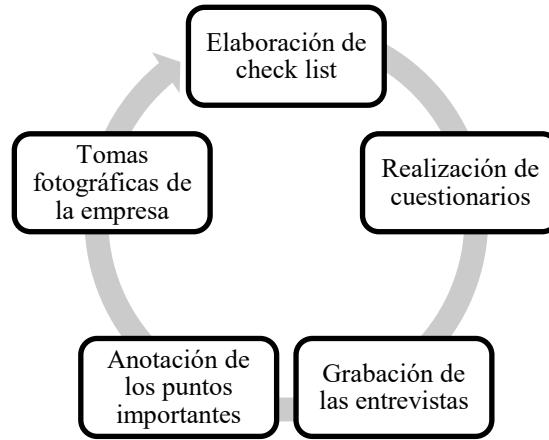
Seguro Social, 23(2), 109-113. <https://www.medigraphic.com/pdfs/enfermeriaimss/eim-2015/eim152h.pdf>

Sánchez Barraza, B. (2013). Implicancias del método de costeo ABC. *Quipukamayoc*, 21(39), 65-73. ISSN: 1609-8196.

- Tinto Arandes, J. A. (2013). El análisis de contenido como herramienta de utilidad para la realización de una investigación descriptiva. Un ejemplo de aplicación práctica utilizado para conocer las investigaciones realizadas sobre la imagen de marca de España y el efecto país de origen. *Provincia*, (29), 135-173. ISSN: 1317-9535
- Vidarte Flores, C. (2016) *Propuesta de un Sistema de gestión logística para optimizar el control de los inventarios en una Empresa Constructora Corporación Vidarte* [Tesis de titulación, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].
<http://hdl.handle.net/20.500.12423/663>
- Villavicencio Caparó, E., Ruiz García, V. y Cabrera Duffaunt, A. (2016). Validación de cuestionarios. *Revista OACTIVA UC Cuenca*, 1(3), 75-80. ISSN 24778915.

Anexos

ANEXO 1. Procedimiento de obtención de datos



ANEXO 2. Procedimiento de la investigación

Determinar los sobrecostos operativos en las áreas de almacén y mantenimiento antes del diseño y sus causas raíz	<ul style="list-style-type: none">•Diagrama de Ishikawa•Costeo de causas raíces•Matriz de priorización•Diagrama de Pareto
Elaborar un diseño de mejora en las áreas de almacén y mantenimiento según metodologías de ingeniería industrial	<ul style="list-style-type: none">•Clasificación ABC•5S•RCM•TPM
Determinar los sobrecostos operativos en las áreas de almacén y mantenimiento después del diseño	<ul style="list-style-type: none">•Costeo de causas raíces•Medición de indicadores
Evaluar económica y financieramente el impacto de las propuestas de mejora.	<ul style="list-style-type: none">•Cálculo de la inversión•Cálculo del VAN•Cálculo de la TIR•Análisis e interpretación de resultados.