

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN  
LOGÍSTICA Y MANTENIMIENTO PARA REDUCIR  
LOS COSTOS OPERATIVOS EN UNA EMPRESA  
DE ALQUILER DE MAQUINARIA PESADA,  
TRUJILLO 2023”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autores:**

Kevin Cleider Altamirano Mariños  
Ruben Yerson Solorzano Altamirano

**Asesor:**

Dr. Miguel Enrique Alcalá Adrianzén  
<https://orcid.org/0000-0002-5478-5910>

Trujillo - Perú

**JURADO EVALUADOR**

|                           |  |                 |
|---------------------------|--|-----------------|
| Jurado 1<br>Presidente(a) | <b>Ing. Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera</b> | <b>45236444</b> |
|                           | Nombre y Apellidos                               | Nº DNI          |

|          |   |                 |
|----------|---|-----------------|
| Jurado 2 | <b>Ing. Enrique Martin Avendaño Delgado</b> | <b>18087740</b> |
|          | Nombre y Apellidos                          | Nº DNI          |

|          |  |                 |
|----------|--|-----------------|
| Jurado 3 | <b>Ing. Mario Alberto Alfaro Cabello</b> | <b>07752467</b> |
|          | Nombre y Apellidos                       | Nº DNI          |

## INFORME DE SIMILITUD

### PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN LOGÍSTICA Y MANTENIMIENTO PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS EN UNA EMPRESA DE ALQUILER DE MAQUINARIA PESADA, TRUJILLO 2023

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

23%

★ [repositorio.upn.edu.pe](https://repositorio.upn.edu.pe)

Fuente de Internet

Excluir citas    Activo  
Excluir bibliografía    Activo

Excluir coincidencias    < 1%

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedicamos a nuestros padres y hermanos por todo el apoyo brindado.

A nuestras familias que son lo mejor y más maravilloso que Dios nos ha dado.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a nuestro docente por toda su ayuda, tolerancia y duro trabajo.

También queremos dar las gracias a nuestras familias por el apoyo mostrado durante este viaje.

## TABLA DE CONTENIDO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>DEDICATORIA .....</b>                          | <b>4</b>  |
| <b>AGRADECIMIENTO .....</b>                       | <b>5</b>  |
| <b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>                   | <b>6</b>  |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>                     | <b>7</b>  |
| <b>ÍNDICE DE FÍGURAS .....</b>                    | <b>10</b> |
| <b>ÍNDICE DE ECUCACIONES.....</b>                 | <b>11</b> |
| <b>RESUMEN .....</b>                              | <b>12</b> |
| <b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>             | <b>13</b> |
| <b>CAPÍTULO II. MÉTODOLOGÍA.....</b>              | <b>32</b> |
| <b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>              | <b>86</b> |
| <b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b> | <b>88</b> |
| <b>REFERENCIAS.....</b>                           | <b>91</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>                               | <b>97</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Ranking de las principales empresas de alquiler de maquinaria en Latinoamérica ..... | 14 |
| Tabla 2: Técnicas e instrumentos para recolectar y analizar datos .....                       | 33 |
| Tabla 3: Instrumentos y métodos de procesamiento de datos.....                                | 33 |
| Tabla 4: Pérdida por la falta de stock de repuestos.....                                      | 37 |
| Tabla 5: Pérdida anual por la falta de gestión de proveedores .....                           | 38 |
| Tabla 6: Pérdida por la falta de control de calidad .....                                     | 39 |
| Tabla 7: Pérdida por falta de capacitación .....  | 39 |
| Tabla 8: Pérdida por falta de capacitación al personal de mantenimiento.....                  | 40 |
| Tabla 9: Pérdida por la falta de equipos de traslado .....                                    | 40 |
| Tabla 10: Pérdida por falta de mantenimiento preventivo - 2022 .....                          | 41 |
| Tabla 11: Pérdida anual por la falta de gestión de la documentación.....                      | 42 |
| Tabla 12: Pérdida anual por la falta de orden y limpieza en el almacén .....                  | 42 |
| Tabla 13: Priorización de las causas en función de las pérdidas económicas .....              | 43 |
| Tabla 14: Indicadores actuales y metas .....  | 45 |
| Tabla 15: Propuesta de mejora seleccionadas.....  | 46 |
| Tabla 16: Inventario de la maquinaria .....   | 47 |
| Tabla 17: Factores de criticidad.....   | 48 |
| Tabla 18: Rango de criticidad.....  | 48 |
| Tabla 19: Análisis de criticidad .....  | 49 |
| Tabla 20: Resultado del análisis de criticidad.....   | 49 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 21: Inversión para el plan de mantenimiento preventivo.....                                | 50 |
| Tabla 22: Programa de mantenimiento preventivo.....  | 51 |
| Tabla 23: Elementos para el estudio de tiempos.....  | 54 |
| Tabla 24: Cálculo del número de observaciones necesarias.....                                    | 55 |
| Tabla 25: Suplementos para el estudio de tiempos.....  | 55 |
| Tabla 26: Tiempos estándar para el cambio de aceite.....   | 56 |
| Tabla 27: Reducción de la pérdida por falta de mantenimiento preventivo.....                     | 57 |
| Tabla 28: Programa de capacitación en el área de mantenimiento.....                              | 59 |
| Tabla 29: Diagrama de Gantt del programa de capacitación.....                                    | 60 |
| Tabla 30: Presupuesto estimado de la propuesta.....  | 61 |
| Tabla 31: Reducción de la pérdida por falta de capacitación.....                                 | 62 |
| Tabla 32: Evaluación de proveedores.....   | 66 |
| Tabla 33: Reducción de la pérdida luego de la mejora en la gestión de proveedores.....           | 67 |
| Tabla 34: Reducción de la pérdida por la falta de gestión de la documentación.....               | 68 |
| Tabla 35: Costo de almacenamiento.....   | 69 |
| Tabla 36: Determinación de la cantidad óptima de pedido.....                                     | 70 |
| Tabla 37: Punto de reposición y stock de seguridad.....  | 72 |
| Tabla 38: Reducción de la pérdida por la falta de stock de repuestos.....                        | 73 |
| Tabla 39: Plan de capacitación de la empresa.....  | 77 |
| Tabla 40: Reducción de la pérdida por ítems faltantes.....                                       | 79 |
| Tabla 41: Reducción de los costos operativos en la empresa de alquiler de maquinaria Pesada..... | 80 |
| Tabla 42: Inversión para el desarrollo de las propuestas de mejora.....                          | 81 |



|   |    |
|---|----|
| Tabla 43: Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año .....                           | 82 |
| Tabla 44: Estado de resultados mensual .....  | 83 |
| Tabla 45: Flujo de caja mensual .....   | 84 |
| Tabla 46: Indicadores económicos.....   | 84 |
| Tabla 47: Reducción de los costos operativos en la empresa de alquiler de maquinaria Pesada ..... | 86 |
| Tabla 48: Resultados de las propuestas de mejora.....   | 87 |
| Tabla 49: Resultados de la evaluación económica .....   | 87 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Diseño de investigación diagnóstica propositiva .....           | 32 |
| Figura 2: Procedimiento para el desarrollo de esta tesis.....             | 34 |
| Figura 3: Diagrama de Ishikawa de los altos costos operativos .....       | 36 |
| Figura 4: Diagrama de Pareto de los altos costos operativos.....          | 44 |
| Figura 5: Instructivo del cambio de aceite del motor .....                | 53 |
| Figura 6: Calificación del ritmo de trabajo .....                         | 56 |
| Figura 7: Proveedor IPESA .....   | 63 |
| Figura 8: Proveedor Maquipartes.....                                      | 64 |
| Figura 9: Proveedor BAS WORLD .....                                       | 64 |
| Figura 10: Listado de proveedores.....                                    | 64 |
| Figura 11: Criterios de selección .....                                   | 65 |
| Figura 12: Método de calificación .....                                   | 65 |
| Figura 13: Cronograma de capacitación .....                               | 78 |
| Figura 14: Reducción de los costos operativos con las mejoras .....       | 80 |
| Figura 15: Resultado del diagnóstico de los altos costos operativos ..... | 86 |

## ÍNDICE DE ECUCACIONES

|   |    |
|---|----|
| Ecuación 1: EOQ .....                                     | 20 |
| Ecuación 2: Costo anual de tiempos de parada.....         | 21 |
| Ecuación 3: Costo anual de tiempos de mantenimiento ..... | 21 |
| Ecuación 4: Costos anuales de operación .....             | 21 |
| Ecuación 5: Nivel de cumplimiento de los proveedores..... | 22 |
| Ecuación 6: Nivel de cumplimiento de los despachos.....   | 22 |
| Ecuación 7: Exactitud del inventario .....                | 23 |
| Ecuación 8: MTBF (tiempo medio entre fallas) .....        | 25 |
| Ecuación 9: MTTR (tiempo medio de reparación) .....       | 26 |
| Ecuación 10: Disponibilidad.....                          | 26 |

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento sobre los costos operativos en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Trujillo 2023, hallando que la propuesta de mejora en la logística y mantenimiento redujo los costos operativos en 12.65%. Se realizó el diagnóstico determinando que las principales causas raíces del incremento de los costos operativos eran: la falta de stock de repuestos, falta de gestión de proveedores, falta de capacitación al personal logística, falta de mantenimiento preventivo, falta de gestión de documentación de mantenimiento y falta de capacitación al personal de mantenimiento, generándose una pérdida de S/2,557,524.00 al año, luego se desarrollaron las herramientas de gestión de proveedores, EOQ, programa de capacitación para el área logística, plan de mantenimiento preventivo, formatos para mantenimiento y un programa de capacitación para el área de mantenimiento, generándose un beneficio anual de S/ 323,628.96 y para finalizar se realizó la evaluación económica a teniendo como resultado que la propuesta es rentable, debido a que se obtuvo un VAN de S/ 38,726, un TIR de 11.6% mayor al COK de 1.10% mensual el cual fue igual al TMAR, un B/C de 1.4 y un PRI de 6.29 meses.

**Palabras clave:** stock, fallas, documentación, preventivo.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El mundo está cambiando constantemente y al día de hoy las personas son más conscientes del cuidado del planeta y de lo importante que es tener una economía circular, es por ello que se evidencia el auge del alquiler de diversas cosas, pero si hablamos de sectores que aportan a la economía de los países están la construcción, la minería y demás, las cuales requieren del sector de alquiler de maquinaria pesada, el cual también está enfocado en la mejora de sus flotas y que estas sean sostenibles (LOXAM, 2022).

Por su parte, en el continente europeo se encuentra la empresa española General de Alquiler de Maquinaria (GAM), la cual es conocida mundialmente con más de 20 sedes en países como Portugal, México, Panamá, Chile, Colombia, Perú, Marruecos, entre otros, y se ha facturado 166 millones, por lo que tuvo un crecimiento del 35.5% en comparación al año pasado. Esto es gracias a que la empresa sabe manejar sus márgenes y precios muy a pesar de la inflación que se está viviendo en distintos países (Peters, 2022).

La Asociación Europea de Alquiler esperó un crecimiento del 5,6% en la actividad de alquiler para 2022 a medida que los fabricantes vuelvan a los calendarios de producción normales (Peters, 2022).

Asimismo, en Europa se proyectó un crecimiento del sector de alquiler de maquinaria pesada del 5.6% para este año 2022, pero también se enfocarán en mejorar su maquinaria haciéndola más eco amigables, eléctrica para no generar tanta contaminación ambiental, esto mediante el uso de combustible de aceite vegetal hidrogenado, el cual ya se hace uso en Suecia (Bros, 2021).

En América Latina el sector de alquiler de maquinaria pesada tiene ingresos mayores a 2,000 millones de dólares año, en el 2021 se tuvo un incremento de 19% con respecto al año anterior, esta variación hizo que lograra facturar 2,283.7 millones de dólares (Peters, 2022).

En el ranking de las principales empresas de alquiler de maquinaria en Latinoamérica se encuentra en primer puesto Aggreko, la cual es una empresa de Inglaterra que tuvo ingresos de \$228,000 millones, seguido de la compañía brasilera Grupo Vamos con \$202,900 millones, luego está Madisa CAT de origen mexicano con \$135,000 millones, de igual forma en la tabla 1 se detallan las 10 compañías y sus ingresos (Peters, 2022).

Tabla 1

*Ranking de las principales empresas de alquiler de maquinaria en Latinoamérica*

| Rank 2021 | Rank 2020 | Compañía  | Ingreso Millones de US\$ |
|-----------|-----------|---|--------------------------|
| 1         | 1         | Aggreko   | 228                      |
| 2         | 2         | Grupo Vamos                                     | 202.9                    |
| 3         | 3         | Madisa CAT                                      | 135                      |
| 4         | 12        | Mills Solaris                                   | 124                      |
| 5         | 9         | SK Rental Group                                 | 105                      |
| 6         | 7         | APR Energy                                      | 103                      |
| 7         | 13        | Casa do Costructor                              | 93.9                     |
| 8         | 8         | Ouro Verde(equipamientos pesados)               | 92.3                     |
| 9         | 6         | Finning International                           | 88                       |
| 10        | 18        | Locar Guindastes e Transportes Intermodais Ltda | 85                       |

*Nota.* Peters (2022)

En el Perú el alquiler de maquinaria pesada tiene mucha demanda, sin embargo, estas compañías no tenían llegada a su público objetivo ya que no realizaban difusión de su negocio mediante las redes de forma digital. Es por ello, que en el año 2020 se creó la página ArriendaTuMaquina.com con la finalidad de que las empresas ofrezcan sus servicios y que los

clientes puedan seleccionar en base a sus necesidades y posibilidades a la empresa que mejor se adapte a sus requerimientos (Ramírez, 2022).

Al mes el promedio de búsquedas para el alquiler de maquinaria pesada en el Perú fue de 16.185, mientras que en el año 2021 fueron de 11.450, lo que dejó en evidencia que actualmente por situación económica por la que está pasando el país se tiene preferencia por el alquiler de maquinaria ya que es más económica que adquirirla. El tipo de maquinaria más solicitada fueron los camiones para distintos tipos de actividades como carga, movimiento de tierras, materiales, trabajos aéreos, minería, maquinaria de prevención y trabajos agrícolas (Salazar, 2022).

Otra empresa que brindó diversos servicios entre ellos, el alquiler de maquinaria pesada fue Ferreycorp, la cual tiene 100 años en el rubro, logrando ingresos de 377 millones de soles en el año 2021, lo que significó un aumento del 162% con respecto al año anterior. Las cifras demostraron la recuperación que este sector está teniendo en el Perú, así como de la demanda que va en aumento (Dioses, 2022).

Es importante señalar que esta investigación se realizó en una empresa que tiene su sede en Trujillo y se dedica al alquiler de maquinaria pesada. Adicionalmente, la empresa ha venido enfrentando diversos problemas en las áreas de logística y mantenimiento, los cuales han generado un incremento en los costos de operación del negocio. Algunos de estos problemas son los siguientes:

La falta de repuestos en almacén está causando problemas a la empresa en este momento, lo que ha ocasionado tiempos muertos en el proceso de mantenimiento de las unidades, lo que ha ocasionado una pérdida anual de S/35,323.00.

Se han producido retrasos en el abastecimiento de las necesidades de los proveedores como consecuencia de la falta de gestión de proveedores en la empresa de alquiler de maquinaria pesada. Estas demoras han ocasionado retrasos anuales y pérdidas económicas por un total de S/127,251.00.

Debido a que la empresa no capacitó a su personal en 2022, la gestión de los productos entrantes y salientes en el departamento de logística fue insuficiente. Como resultado, la empresa experimentó pérdidas anuales de inventario de S/24,549.00 como resultado de estos problemas.

Debido a la falta de mantenimiento preventivo, la disponibilidad actual de las unidades en 2022 era de sólo 76%, lo que generó una pérdida de S/1,923,040.00.

La ausencia de un historial de averías y de documentación sobre el mantenimiento de las unidades, que genera tiempos muertos debido a que los mecánicos tardan mucho en descubrir una avería, genera una pérdida anual de S/37,236.00. Esta pérdida se debe a que no existe documentación sobre el mantenimiento de las unidades ni un historial de averías.

Debido a la falta de formación en dificultades de mantenimiento, la empresa ha experimentado una pérdida de S/ 410.125,00 anuales por mantenimiento externo. Esta pérdida es uno de los factores que contribuyen a los costes generales de funcionamiento de la empresa.

Esta iniciativa pretende reducir los gastos de explotación de la empresa de alquiler de maquinaria pesada mediante mejoras en logística y mantenimiento.

## **1.2. Antecedentes**

Como antecedentes de la presente investigación tenemos las siguientes tesis:

Guerrero (2021) en su tesis identificó que los problemas de los altos costos se debía a que los buses eran reparados antes del tiempo normal de funcionamiento, el objetivo fue

---



gestionar el plan de mantenimiento preventivo a buses interprovinciales de la compañía Velotax, para fomentar la implementación de una normativa interna de mantenimiento con el fin de que las unidades de servicio cumplan con estos reglamentos para que puedan transitar por las rutas encomendadas y así prevenir desperfectos de los mismos, es por ello que la herramienta de mejora desarrollada fue el plan de mantenimiento preventivo, gracias a esta herramienta se tuvo como resultado una disminución de los costos de mantenimiento en un 10.7%, este porcentaje representa un valor de 325 dólares.

Baño y Cárdenas (2022) en su tesis identificó que la empresa presentaba una baja disponibilidad de los equipos debido a que no existía un sistema de gestión de mantenimiento definido, la investigación tuvo por objetivo desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento para la línea de procesamiento de quinua de la empresa COPROBICH del cantón Colta, la metodología pre experimental propositiva, debido a esto se desarrollaron herramientas de mejora el Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Autónomo, se obtuvo como resultado una reducción los costos en un 57% para el 2021 y un 71% para el 2022.

Castañeda y Gonzales (2016) en su tesis determinó que los problemas de la empresa eran la ausencia de políticas de gestión bien estructuradas, la falta de un plan de mantenimiento, la falta de compromiso de los trabajadores y las incesantes averías de la flota de buses, cuyo costo ascendía a 1,140,001 soles. El propósito de esta investigación fue desarrollar un plan de mejora para reducir los costos en la Gestión de Mantenimiento y proponerlo a la empresa; por ello, las herramientas de mejora desarrolladas fueron el mantenimiento programado, el mantenimiento autónomo, el mantenimiento preventivo, los indicadores de gestión y las 5s; gracias a estas herramientas, los costos se redujeron a 550,404.00 soles, es decir, poco más del cincuenta por ciento del monto original.

Rodas (2013) buscó encontrar una forma de reducir la cantidad de dinero que se destinaba a gastos operativos en la gestión logística provocados por la escasez de componentes importantes en stock. Esta escasez provocaba retrasos en las entregas, lo que a su vez alteraba el calendario de las unidades móviles. También se determinó que la empresa no dispone de una gestión de stock de seguridad en el almacén y que no cuenta con procedimientos adecuados para el aprovisionamiento de materiales. Por esta razón, se realizó una propuesta de mejora utilizando la clasificación ABC a fin de conocer los componentes más críticos, con mayor rotación, reduciendo los costos de adquisición en 47% y los costos de almacenamiento en 22%, además tuvo un VAN de 125,199 soles, una TIR de 112%, y  $B/C = 2.47$ , demostrando así un alto nivel de viabilidad.

Alvarado y Ganoza (2018) buscaron medir los costos operativos incurridos en el proceso de compras y en el área de mantenimiento, y proponer propuestas de mejora que le permitieran reducirlos. Para ello se utilizaron diversas herramientas de mejora, entre ellas el DOP Optimizado, los procedimientos logísticos, el Sistema MRP I, la herramienta 5S y Kárdex. Consiguió reducir los costes de \$118.355,20 a \$43,922.77. De acuerdo con los indicadores económicos, la propuesta alcanzó un valor actual neto de 97.704,97 \$, una tasa interna de rentabilidad del 68,21% y una relación beneficio-coste de 1,7. Estos resultados permitieron concluir que esta propuesta es realizable y lucrativa para Agrícola BGS S.A.C.

Flores y Saravia (2022) buscaron determinar el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de logística y mantenimiento en los costos operativos de Setrami S.A.C. Determinaron que las causas fundamentales de los altos costos eran: falta de mantenimiento preventivo de las unidades de transporte, falta de capacitación en temas de mantenimiento, falta de un procedimiento para el mantenimiento, falta de stock de repuestos, falta de orden y limpieza en

el almacén e insuficiente gestión de los suministros. Creamos las herramientas para un programa de mantenimiento preventivo, un programa de capacitación para el área de mantenimiento, un procedimiento para el correcto desarrollo del mantenimiento, el método de Máximos y Mínimos, la metodología de las 5S, y la gestión de proveedores, dando como resultado un ahorro anual de S/ 152,933.66. Asimismo, se obtuvo un VAN de S/ 29,129.40, una TIR de 66.7%, un B/C de 1.4 y un PRI de 0.98 años, resultando en una reducción de 38.28% en los gastos operativos.

Vargas (2018) en su tesis, se determinó que la empresa tenía altos costos de mantenimiento correctivo, baja productividad, salida de productos sin la calidad esperada, y bajo nivel de eficiencia debido a fallas inesperadas, entre otros factores, lo que conllevaba a una baja rentabilidad; por lo tanto, se pretendió implementar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para reducir los costos de mantenimiento, logrando reducir los costos en 26.68%. El análisis financiero arrojó una tasa interna de retorno (TIR) de 54%, un valor presente neto proyectado de S/ 962,187.33 soles, mayor a cero; por lo que se determinó que la propuesta sería rentable.

### **1.3. Bases teóricas**

Cantidad económica de pedido (CEP o EOQ)

La cantidad económica de pedido (CEP o EOQ) es una de las herramientas utilizadas para determinar la cantidad óptima de pedido para un artículo de inventario (Cruz, 2018). La CEP o EOQ determina la cantidad de pedido que minimiza los costes de inventario de la empresa teniendo en cuenta diversos costes financieros y operativos.

Se basa en tres supuestos fundamentales: el primero es que la empresa conoce la utilización anual de los artículos del inventario; el segundo es que la frecuencia con la que la

empresa utiliza el inventario no cambia con el tiempo; y el tercero es que los pedidos realizados para reponer las existencias del inventario llegan precisamente cuando estas se agotan (Cruz, 2018).

Según Cruz (2020) los costos que se deben tener en cuenta para la implementación de este modelo están:

**Costos de pedido:** Los gastos por pedido incluyen los gastos fijos de oficina asociados a la presentación y recepción de un pedido, como el coste de preparar un pedido, tramitarlo y verificar la entrega.

**Costos de mantenimiento del inventario:** Son los costes variables unitarios asociados al mantenimiento de un artículo en inventario durante un periodo determinado.

**Costos totales:** Se determinan sumando los costes de pedido y de mantenimiento de existencias. Su finalidad es identificar la cantidad de pedido que los minimiza.

El cálculo del EOQ se realiza con la siguiente fórmula (Cruz, 2020):

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times K \times D}{G}} \quad (1)$$

Donde:

Q: Cantidad óptima para cada pedido.

K: Costo de cada pedido.

D: Demanda anual del producto o materia prima.

G: Costo de almacenamiento por unidad (Cruz, 2018).

Costos operativos

El término "costo operativo" hace referencia a todos los gastos asociados a la administración y mantenimiento de una empresa, incluidos, entre otros, los relacionados con el alquiler de oficinas, los costes de personal, las prestaciones a los empleados, las comisiones y el mantenimiento (Guarnizo et al., 2020).

La suma de todo el dinero que hay que pagar para mantener una empresa en funcionamiento se denomina coste de explotación de la empresa. Estos costes deben cubrirse, aunque la empresa no genere ventas durante el mes en cuestión. (Guarnizo et al., 2020).

Asimismo, entre las fórmulas más importantes para utilizar en los costos operativos de mantenimiento según Guarnizo et al. (2020). son:

Costo anual de tiempos de parada

$$CS = NT \times TPM \times CPP \quad (2)$$

Donde:

NT = Número de veces por año que el equipo se para por mantenimiento

TPM = Tiempo de parada promedio

CPP = Costos de la pérdida de producción por hora (Guarnizo et al., 2020).

Costo anual de tiempos de mantenimiento

$$CM = CPC + CPP + CRC + CRP + CHC + CHP + CCC + CCP + CEP \quad (3)$$

Costos anuales de operación (Guarnizo et al., 2020).

$$CO = COP + COE + COM + COT + CCE \quad (4)$$

Gestión Logística

Como parte crucial de la cadena de suministro y sus procesos asociados, la gestión logística de almacenes es un procedimiento de varios pasos que implica una amplia gama de

tareas relacionadas con la logística que pueden mejorar significativamente la calidad del servicio o la entrega de productos (Calzado, 2020).

Los objetivos que se consiguen con una buena planificación logística según Calzado (2020) son:

Es importante adquirir las mercancías en condiciones óptimas para poder saltarse pasos innecesarios como el embalaje, la preparación y la adaptación.

Si consolida los envíos y acorta su trayecto, puede ahorrar dinero en transporte.

Puede ahorrar dinero minimizando el número de veces que sus mercancías se trasladan de un lugar a otro.

Minimice el número de grupos de clasificación de existencias y la cantidad de espacio, volumen y ubicaciones necesarias para almacenarlas.

Minimice el tiempo y el esfuerzo dedicados a los ajustes y la gestión de las existencias haciendo sólo lo absolutamente necesario.

Entre los indicadores de gestión logística más utilizados según Silvera (2020) tenemos:

Nivel de cumplimiento de los proveedores (NCP): Mide la eficiencia con la que la empresa solicitante recibe bienes de sus proveedores y se calcula del siguiente modo:

$$\text{NCP} = \frac{\text{Pedidos recibidos a tiempo} \times 100\%}{\text{Total de pedidos recibidos}} \quad (5)$$

Nivel de cumplimiento de los despachos (NCD): Consiste en conocer el nivel de efectividad de los despachos de mercancías a los clientes finales o internos, en función de los pedidos enviados en un periodo determinado y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{NCD} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de despachos cumplidos} \times 100\%}{\text{N}^\circ \text{ total de despachos requeridos}} \quad (6)$$

Exactitud del inventario (EI): Se determina midiendo el costo de referencias que en promedio presentan irregularidades con respecto al inventario lógico valorizado cuando se realiza el inventario físico, y se calcula de la siguiente manera:

$$EI = \frac{\text{Valor de diferencia en soles}}{\text{Valor total del inventario}} \quad (7)$$

### Gestión de proveedores

Porque permite seleccionar cuidadosamente a los proveedores y negociar los mejores precios para la adquisición de bienes o servicios -de los que es vital recibir buena calidad-, la gestión de proveedores es una actividad empresarial fundamental en el crecimiento de una compañía (Sánchez, 2018).

Hay una serie de cualidades deseables en un proveedor, como el trabajo en equipo, la familiaridad con el usuario final, la adaptabilidad, la capacidad de generar valor a partir de las cadenas productivas, las dotes de gestión, los conocimientos técnicos y las habilidades interpersonales y comunicativas eficaces (Sánchez, 2018).

El principal objetivo de la gestión de proveedores de una empresa es obtener materias primas de la máxima calidad a un precio asequible a través de sus relaciones con los proveedores de sus productos (Sánchez, 2018).

Para ello, la compañía debe crear una estrategia para abordar a los proveedores y que debe contar con las siguientes características:

Selección de nuevos proveedores para satisfacer las necesidades emergentes; se utiliza para determinar si los proveedores son capaces de cumplir las expectativas.

Definir y negociar acuerdos financieros, la calidad de los suministros y las condiciones de compra, así como segmentarlos en función de parámetros como el riesgo de suministro, los gastos totales, el coste total de explotación y la rentabilidad, entre otros.

Gestionar la relación con los proveedores implica garantizar el cumplimiento de los contratos y establecer una relación de colaboración que promueva el crecimiento del negocio.

Renovación y rescisión de contratos, así como pagos y entregas puntuales.

Mantener información actualizada y accesible sobre proveedores y servicios (Sánchez, 2018).

#### Gestión de mantenimiento

El proceso de seguimiento y supervisión de los activos y las actividades de mantenimiento de la empresa se denomina gestión del mantenimiento. La organización de las actividades de mantenimiento garantizará que se maximice el rendimiento de cada activo si se aplica correctamente la gestión del mantenimiento (Arango, et. al, 2020).

#### Mantenimiento preventivo

El objetivo de la gestión del mantenimiento en un entorno de producción es garantizar que todas las máquinas, equipos e instrumentos necesarios estén disponibles cuando se necesiten sin incurrir en costes innecesarios ni sufrir interrupciones no programadas del proceso de producción (Arango et. al, 2020).

El mantenimiento preventivo es un concepto común en la gestión del mantenimiento; consiste en realizar tareas de mantenimiento en todas las máquinas, equipos e instrumentos a intervalos predeterminados basados en un cronograma que tiene en cuenta fechas del calendario, horas, días de funcionamiento o unidades procesadas, asimismo se aplican paradas mínimas y previstas del servicio (Arango et al., 2020).



Una definición de mantenimiento preventivo es "un conjunto de procedimientos seguidos por un equipo de mantenimiento para garantizar que todos los equipos y edificios sigan funcionando según lo diseñado" (Jiménez, 2018).

Este mantenimiento preventivo podrá evolucionar dando lugar al mantenimiento predictivo del que se ha hablado en el apartado anterior (Jiménez, 2018).

Las principales ventajas de este tipo de mantenimiento serían:

Conocimiento del estado de funcionamiento de las instalaciones.

Mejora de las condiciones de seguridad laborales.

Aumento de la vida útil de las instalaciones.

Mayor rendimiento de trabajadores y máquinas debido a la eliminación de tiempos muertos.

Disminución en los costes de reparación de averías (Jiménez, 2018).

Entre los indicadores más relevantes del mantenimiento según Jiménez (2018) son:

MTBF (tiempo medio entre fallas): El MTBF, acrónimo de Mean Time Between Failures (tiempo medio entre fallos), es la cantidad total de tiempo que se espera que una máquina permanezca en un estado medio bueno entre la aparición de cualquier imprecisión reparable. El MTBF puede calcularse de la siguiente manera:

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Número de fallas totales}} \quad (8)$$

MTTR (tiempo medio de reparación): El tiempo promedio de reparación considera el tiempo que los empleados tardarán en volver a poner en funcionamiento una máquina. En

resumen, mide la capacidad del equipo para corregir la falla y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones}}{\text{Número de fallas totales}} \quad (9)$$

Disponibilidad: La disponibilidad de activos es un indicador que muestra el tiempo que la máquina está disponible para operar, según lo programado, además este valor es el principal objetivo de la gestión del mantenimiento ya que cuanto mayor sea este valor, mejor.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MTBF} \times 100\%}{(\text{MTBF} + \text{MTTR})} \quad (10)$$

#### Gestión documental

Cuando hablamos de gestión documental, nos estamos refiriendo a la aplicación de tecnología y procedimientos que permitan gestionar y unificar la información generada por la organización, lo que a su vez permite que todas las áreas de la organización utilicen de forma más eficaz la información basada en documentos (Hernández, 2020).

A la hora de gestionar la documentación en nuestras organizaciones nos enfrentamos a una serie de retos, muchos de los cuales dificultan la generación y el acceso a la información que necesitamos, y estos son:

Los métodos actuales de almacenamiento de información basados en carpetas provocan pérdidas de tiempo y organización debido a la duplicación de documentación, asimismo los documentos se almacenan dos veces, en sistemas locales y centrales, y en muchos archivos y directorios debido a la inconsistencia de los requisitos de almacenamiento en estas ubicaciones (Hernández, 2020).

A pesar de la caída del precio por gigabyte, el coste del almacenamiento sigue aumentando significativamente a medida que crece el ritmo de creación de nuevos documentos (Hernández, 2020).

Debido a la dificultad de implantar una estructura de autorización de seguridad exhaustiva, las medidas de seguridad de la información fallan con frecuencia, lo que da lugar a la divulgación de información sensible (Hernández, 2020).

En cuanto tomamos conciencia de estos problemas, empezamos a plantearnos seriamente la implantación de un sistema de gestión documental. Antes de decidirse a implantar un sistema de gestión documental, es fundamental conocer el tipo de empresa (Hernández, 2020).

#### Programa de capacitación

La capacitación es uno de los procesos relacionados con el talento humano, ya que ayuda a las personas a adquirir y perfeccionar las destrezas, habilidades, actitudes y conocimientos que necesitan para desempeñar eficazmente su trabajo y aprovechar las oportunidades de promoción dentro y fuera de la empresa (Linares y Saavedra, 2019).

Partiendo de la base de que el éxito de una organización depende de la calidad de su plantilla, que a su vez depende de los conocimientos, habilidades, actitudes y acciones de sus empleados, se deduce que las empresas necesitan trabajadores flexibles y deseosos de aprender cosas nuevas (Pereyra, 2020).

El programa de formación de su empresa es una serie de acciones deliberadas para modificar o mejorar los conocimientos, habilidades y actitudes de su personal con el fin de mejorar su rendimiento, ya sea inmediatamente o en el futuro (Pereyra, 2020).

Un programa de capacitación según Pereyra (2020) puede contener:

- a) Instrucción para nuevos empleados que nunca han realizado esta tarea antes.
- b) Formación para nuevos empleados que pueden tener experiencia con las tareas de su puesto, pero no con el método o enfoque particular de la organización.
- c) Formación de reciclaje: Aunque este término suele utilizarse indistintamente para referirse a la formación de actualización del personal, hemos optado por definirlo como la formación destinada a adquirir nuevos conocimientos específicos o niveles superiores de experiencia

#### **1.4. Definición de términos**

A continuación, se presentan algunas definiciones conceptuales:

**Beneficio/costo:** La relación beneficio/costo es un indicador que consiste en la separación de los ingresos y los egresos del proyecto y la relación existente entre ellos (Murcia et al., 2019).

**Costo de oportunidad (COK):** El costo de oportunidad del capital, es la tasa de descuento que se utiliza para traer a valor presente el efectivo generado por el FCA (Flujo de Caja del Accionista) (Lira, 2021).

**Diagrama de Ishikawa:** También llamado “espina de pez” por el formato de su grafía. A partir de los indicadores de calidad se ven las causas o espinas que producen un efecto negativo de no-calidad (Motto & Fernández, 2021).

**Diagrama de Pareto:** El diagrama de Pareto es un método de visualización de datos que utiliza un diagrama de barras para mostrar cómo los distintos factores de los datos contribuyen al conjunto. Se adquiere la capacidad de jerarquizar las preocupaciones (Motto & Fernández, 2021).

**Gestión:** La gestión es el proceso de planificar, dirigir y coordinar las actividades de una empresa u otra organización para alcanzar sus metas y objetivos, así como planificar y aplicar la estrategia de desarrollo de la organización y las políticas y procedimientos de gestión de personal (Tong, 2018).

**Indicador logístico:** Los indicadores logísticos permiten tomar decisiones estratégicas y realizar actuaciones a partir de sus resultados para mejorar la eficiencia de la empresa (Castell, 2021).

**Logística:** La logística, un subconjunto de la gestión de la cadena de suministro, se ocupa de garantizar el transporte fluido y puntual de productos e información desde su fuente de producción hasta el destino final para satisfacer la demanda (Eslava, 2021).

**Punto de pedido:** Si se quiere evitar cualquier retraso en la cadena de suministro, esta métrica debe optimizarse. Hacer pedidos en momentos óptimos para reducir los costes de mantenimiento de inventario es lo que describe este término (Cruz, 2018).

**VAN:** El Valor Actual Neto nos muestra en dinero la rentabilidad del proyecto a analizar. Se determina mediante la sumatoria de las entradas y salidas de efectivo actualizadas (Tong, 2018).

## **1.5. Problema**

Esta investigación tuvo la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento sobre los costos operativos en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Trujillo 2023?

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

En la presente investigación se estableció como objetivo general determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento sobre los costos operativos en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Trujillo 2023.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

Es por ello que se plantearon como objetivos específicos: realizar el diagnóstico de las áreas de logística y mantenimiento antes de la propuesta, desarrollar la propuesta de mejora la gestión logística y mantenimiento, y por último se debe realizar una evaluación económica de la propuesta de mejora.

### **1.7. Hipótesis**

La hipótesis de esta investigación es que la propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento reduce los costos operativos en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Trujillo 2023.

### **1.8. Justificación**

#### Justificación aplicativa o práctica

El presente estudio se justifica debido a que actualmente se tiene problemas en las áreas de logística y mantenimiento lo que ocasiona un incremento en los costos operativos de la empresa, es por ello que se propone el uso de herramientas Ingeniería Industrial para optimizar los costos.

#### Justificación teórica

En lo teórico se justifica pues permitirá aplicar las diferentes técnicas y herramientas de Ingeniería Industrial que tengan que ver con la gestión logística y mantenimiento, buscando lograr reducir los costos operativos de la empresa.

#### Justificación valorativa

El presente estudio se justifica, debido a que la mejora del área de logística y mantenimiento utilizando herramientas de gestión logística y mantenimiento permitirán dar solución a las causas raíces de los altos costos operativos generando ahorros significativos para la empresa.

#### Justificación Académica

El presente estudio se justifica académicamente ya que servirá como guía para otros investigadores que requieran dar solución a problemas similares que se adecuen a empresas del sector de alquiler de maquinaria pesada.

### **1.9. Aspectos éticos**

Como aspectos éticos de esta investigación se puede decir que:

Esta información se obtuvo con la aprobación del director y se utilizará exclusivamente para esta investigación. Para mantener la confidencialidad, tanto el nombre del empleado como el de la empresa se mantendrán en el anonimato.

La presente investigación se llevó a cabo de acuerdo con las normas éticas que rigen toda investigación científica académica; esto incluye la garantía de que no se cometió ningún fraude científico, no se utilizaron datos falsos o inventados, no se robaron ideas originales y no se cometieron violaciones éticas durante el transcurso de este análisis.

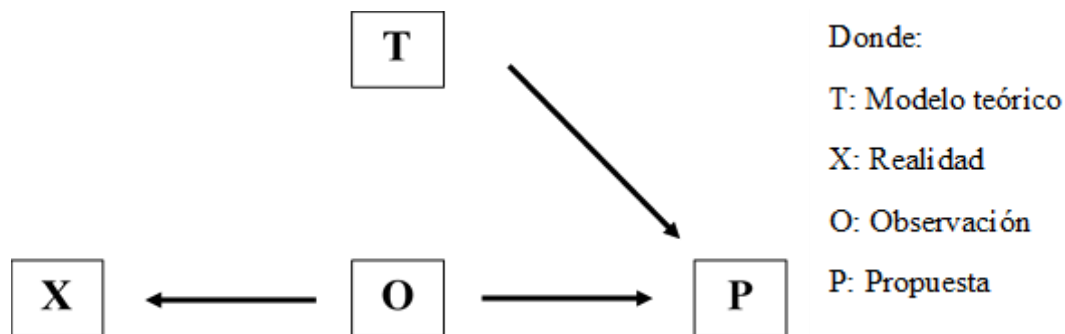
## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Esta investigación es diagnóstica y propositiva porque se realizará un diagnóstico inicial para establecer las causas principales con el fin de construir posteriormente una solución recomendada. Dado que tanto el problema como la solución propuesta han sido cuantificados, esta investigación es cuantitativa.

#### Figura 1

*Diseño de investigación diagnóstica propositiva*



Donde:

T: Propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento de una empresa de alquiler de maquinaria pesada.

X: Altos costos operativos

O: Situación actual de las áreas de logística y mantenimiento.

P: Mejora en las áreas de logística y mantenimiento.



## 2.2. Población y muestra

La población de la investigación es compuesta por todos los procesos de la empresa de alquiler de maquinaria pesada y la muestra está conformada por los procesos de logística y mantenimiento de la empresa de alquiler de maquinaria pesada.

## 2.3. Técnicas e instrumentos

En la tabla 2 se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio:

**Tabla 2**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

| Técnica             | Instrumento                 | Objetivo   | Aplicado                           |
|---------------------|-----------------------------|--|------------------------------------|
| Observación directa | Ficha de observación        | Diagnosticar la situación actual del área logística y mantenimiento de la empresa. | Área Logística y mantenimiento.    |
| Análisis Documental | Base de datos de la empresa | Obtener información de logística y mantenimiento.                                  | Área de logística y mantenimiento. |

Los datos obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

**Tabla 3**

*Instrumentos y métodos de procesamiento de datos*

| Herramienta           | Descripción  |
|-----------------------|--|
| Priorización          | Se priorizan los factores más importantes que contribuyen a los elevados costos logísticos y de mantenimiento. |
| Matriz de indicadores | Se crean indicadores para evaluar los resultados de la solución del problema.                                  |
| Estado de resultados  | Se analiza la marcha del negocio de alquiler de maquinaria pesada tras las mejoras.                            |

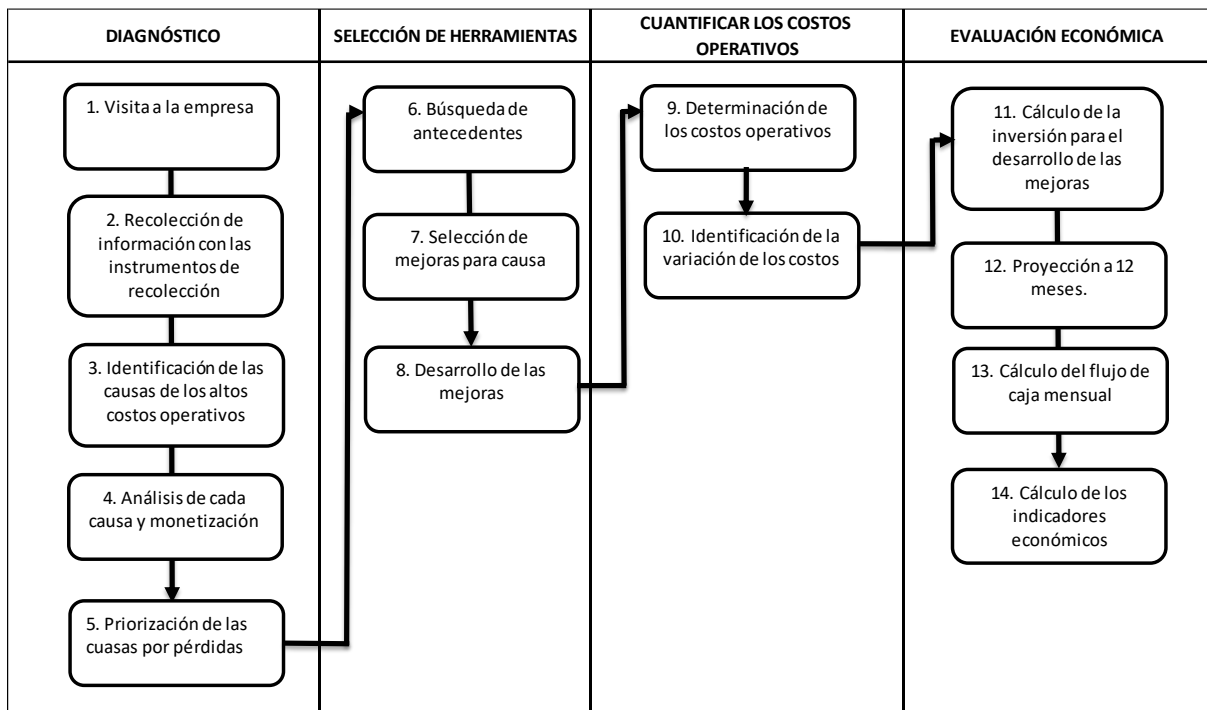
Los datos se procesaron utilizando una hoja de cálculo Excel, que creó los cuadros y gráficos estadísticos apropiados en esta aplicación para ilustrar las conclusiones.

## 2.4. Procedimientos

El proceso de creación de esta tesis se representa en la Figura 2.

**Figura 2**

*Procedimiento para el desarrollo de esta tesis.*



*Nota.* Muestra el paso a paso para la realización de esta tesis

### 2.4.1. Operacionalización de variables

En el anexo 1 y 2, se muestra la Matriz de Consistencia y operacionalización de variables

### 2.4.2. Generalidades de la empresa

#### 2.4.2.1. Misión

Brindar el mejor apoyo posible a nuestros clientes en forma de asesoría y servicio, en el alquiler de maquinaria para la construcción, minería y agricultura, y contribuir con ello al desarrollo productivo regional y nacional.

#### **2.4.2.2. Visión**

Ser una empresa especializada en el alquiler de maquinaria pesada para empresas del sector agrícola, ganadero e industrial, ofreciendo una gama de servicios convenientes para el alquiler y arrendamiento de maquinaria pesada de equipos nuevos o usados que se encuentren en excelentes condiciones, garantizando siempre un buen estándar de calidad.

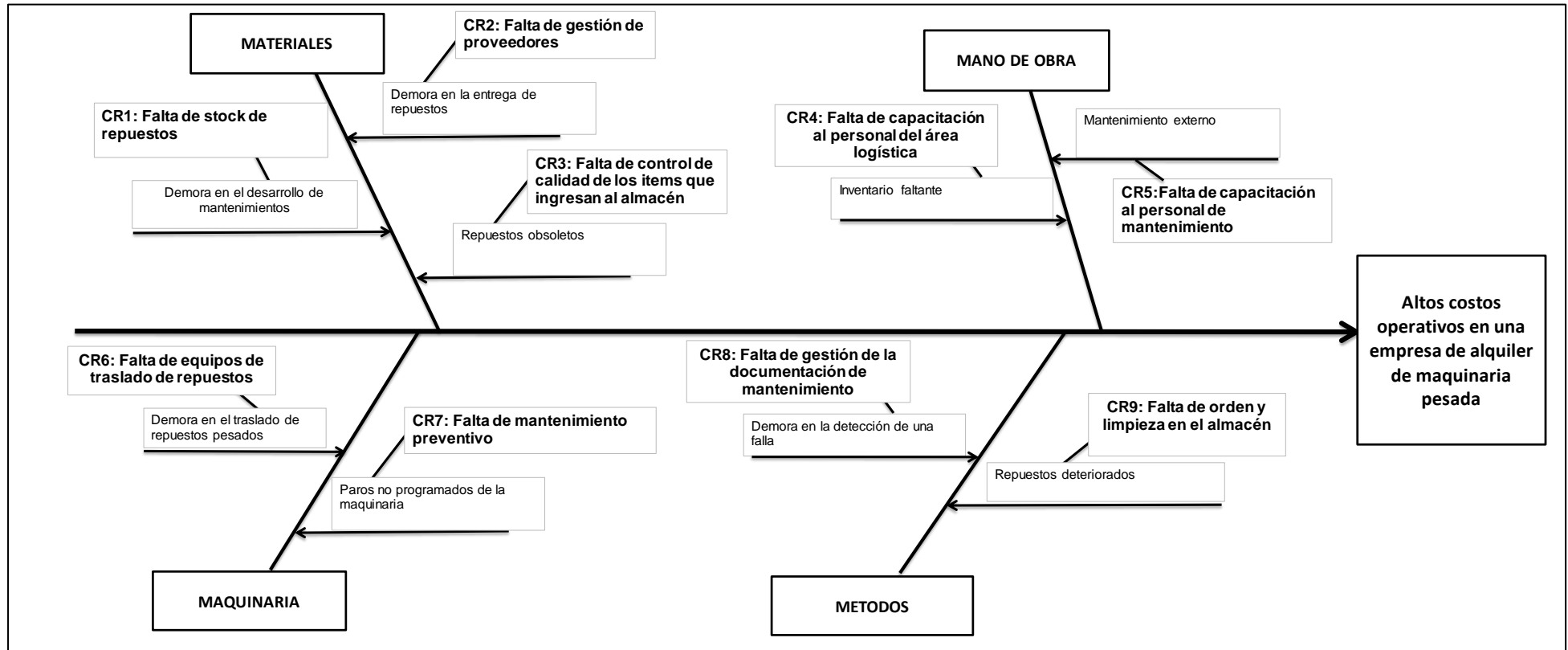
#### **2.4.3. Diagnóstico del área problemática**

##### **a. Diagrama de Ishikawa**

Para lograr identificar las causas de los altos costos operativos, se tuvo que obtener la información con los instrumentos de recolección, y luego de ello se elaboró un diagrama de Ishikawa en las áreas de logística y mantenimiento el cual se muestra a continuación:

**Figura 3**

*Diagrama de Ishikawa de los altos costos operativos*



*Nota.* Muestra las causas de los altos costos operativos

A continuación, se procedió a analizar cada causa raíz con la finalidad de hallar las pérdidas económicas que generan.

- **CR1: Falta de stock de repuestos**

La empresa ha tenido problemas como consecuencia de la escasez de piezas de repuesto en stock, lo que ha provocado tiempos de inactividad en el proceso de mantenimiento de las unidades. Como resultado, la empresa de alquiler de maquinaria pesada ha sufrido importantes pérdidas económicas como consecuencia de estos problemas.

Como puede verse en la Tabla 4, la empresa experimentó una pérdida anual total de 35.323,00 soles en 2022 como resultado de tener 317 despachos sin atender que fueron causados por la escasez de existencias de piezas de repuesto. El resultado fue un tiempo de inactividad de 190,2 horas.

**Tabla 4**

*Pérdida por la falta de stock de repuestos*

| MESES - 2022 | Número de despachos totales | Numero de despachos no atendidos por falta de stock | % de despachos no atendidos por falta de stock | Horas perdidas por falta de stock | Pérdida por la falta de stock |
|--------------|-----------------------------|---|--|-----------------------------------|-------------------------------|
| Enero        | 365                         | 33  | 9%   | 20                                | S/ 3,677                      |
| Febrero      | 465                         | 20  | 4%   | 12                                | S/ 2,229                      |
| Marzo        | 445                         | 27  | 6%   | 16                                | S/ 3,009                      |
| Abril        | 455                         | 29  | 6%   | 17                                | S/ 3,231                      |
| Mayo         | 475                         | 27  | 6%   | 16                                | S/ 3,009                      |
| Junio        | 440                         | 30  | 7%   | 18                                | S/ 3,343                      |
| Julio        | 460                         | 20  | 4%   | 12                                | S/ 2,229                      |
| Agosto       | 445                         | 25  | 6%   | 15                                | S/ 2,786                      |
| Septiembre   | 455                         | 24  | 5%   | 14                                | S/ 2,674                      |
| Octubre      | 435                         | 25  | 6%   | 15                                | S/ 2,786                      |
| Noviembre    | 425                         | 23  | 5%   | 14                                | S/ 2,563                      |
| Diciembre    | 450                         | 34  | 8%   | 20                                | S/ 3,789                      |
| <b>Total</b> | <b>5315</b>                 | <b>317</b>  | <b>6.0%</b>                                    | <b>190.2</b>                      | <b>S/ 35,323</b>              |

- **CR2: Falta de gestión de proveedores**

Se han producido retrasos en el suministro de las necesidades por parte de los proveedores como consecuencia de la falta de gestión de proveedores en la empresa de alquiler de maquinaria pesada, lo que ha producido retrasos, así como pérdidas económicas. Como se aprecia en la tabla 5, el hecho de que los proveedores de la empresa se hayan retrasado en la entrega de 571 de sus necesidades en 2022 ha generado un retraso en el mantenimiento de 685,2 horas, lo que a su vez ha generado una pérdida anual de S/127 251,00.

**Tabla 5**

*Pérdida anual por la falta de gestión de proveedores*

| MESES - 2022 | Número de entregas totales | Número de retrasos de entrega | % de retrasos de entregas | Horas de tiempo por retrasos en las entregas | Pérdida por los retrasos en las entregas |
|--------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|--|--|
| Enero        | 290                        | 41                            | 14%                       | 49   | S/ 9,137                                 |
| Febrero      | 293                        | 55                            | 19%                       | 66   | S/ 12,257                                |
| Marzo        | 295                        | 45                            | 15%                       | 54   | S/ 10,029                                |
| Abril        | 297                        | 42                            | 14%                       | 50   | S/ 9,360                                 |
| Mayo         | 302                        | 43                            | 14%                       | 52   | S/ 9,583                                 |
| Junio        | 279                        | 49                            | 18%                       | 59   | S/ 10,920                                |
| Julio        | 290                        | 52                            | 18%                       | 62   | S/ 11,589                                |
| Agosto       | 282                        | 60                            | 21%                       | 72   | S/ 13,371                                |
| Septiembre   | 312                        | 43                            | 14%                       | 52   | S/ 9,583                                 |
| Octubre      | 296                        | 42                            | 14%                       | 50   | S/ 9,360                                 |
| Noviembre    | 287                        | 55                            | 19%                       | 66   | S/ 12,257                                |
| Diciembre    | 298                        | 44                            | 15%                       | 53   | S/ 9,806                                 |
| Total        | 3521                       | 571                           | 16%                       | 685.2  | S/ 127,251                               |

*Nota.* Datos obtenidos en la empresa

- **CR3: Falta de control de calidad de los ítems que ingresan al almacén**

Debido a la falta de control de calidad de los repuestos, el cual consiste en la verificación de que el repuesto se encuentre en buen estado, la empresa llega a tener una pérdida anual de S/

12,568.00, ya que cuando se dispuso a utilizar el repuesto este no funcionaba correctamente, así como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 6**

*Pérdida por la falta de control de calidad*

|  | 2022         |
|--|--------------|
| Nº de ítems almacenados                                  | 22085        |
| Nº de ítems que al usar no servían ( falla del repuesto) | 45           |
| Pérdida anual  | S/ 12,568.00 |

*Nota.* Datos obtenidos en la empresa

- **CR4: Falta de capacitación al personal del área logística**

En cuanto a la gestión de entradas y salidas de productos en el departamento de logística, la falta de capacitación del personal de la empresa en el 2022 generó pérdidas por faltantes de inventarios.

Según la tabla 7, la empresa perdió S/24 549,00 en 2022 debido a 322 artículos faltantes del almacén.

**Tabla 7**

*Pérdida por falta de capacitación*

| Año 2022   | Nº de ítems en el almacén | Nº de ítems registrados | Inventario faltantes (nº de ítems) | % de Inventario faltantes (nº de ítems) | Costo de ítems faltantes |
|------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------------|---|--------------------------|
| Enero      | 2053                      | 2032                    | 21                                 | 1.0%                                    | S/2,090.00               |
| Febrero    | 1751                      | 1731                    | 20                                 | 1.1%                                    | S/1,928.00               |
| Marzo      | 1741                      | 1714                    | 27                                 | 1.6%                                    | S/1,960.00               |
| Abril      | 1986                      | 1960                    | 26                                 | 1.3%                                    | S/2,219.00               |
| Mayo       | 2083                      | 2056                    | 27                                 | 1.3%                                    | S/1,883.00               |
| Junio      | 1525                      | 1500                    | 25                                 | 1.6%                                    | S/2,148.00               |
| Julio      | 1025                      | 990                     | 35                                 | 3.4%                                    | S/2,200.00               |
| Agosto     | 2090                      | 2064                    | 26                                 | 1.2%                                    | S/1,796.00               |
| Septiembre | 1837                      | 1805                    | 32                                 | 1.7%                                    | S/2,030.00               |
| Octubre    | 2086                      | 2054                    | 32                                 | 1.5%                                    | S/2,000.00               |
| Noviembre  | 1740                      | 1719                    | 21                                 | 1.2%                                    | S/2,389.00               |
| Diciembre  | 2168                      | 2138                    | 30                                 | 1.4%                                    | S/1,906.00               |
| Total      | 22085                     | 21763                   | 322                                | 1.5%                                    | S/24,549.00              |

*Nota.* Datos obtenidos en la empresa

- **CR5: Falta de capacitación al personal de mantenimiento**

La falta de capacitación en temas relacionados con el mantenimiento es uno de los factores que contribuye a los altos costos operativos de la organización.

Así, en 2022, sólo el 16% de las 1023 fallas fueron atendidas por personal externo, lo que significó una pérdida de S/ 410,125.00 anuales.

**Tabla 8**

*Pérdida por falta de capacitación al personal de mantenimiento*

| MANTENIMIENTO EXTERNO                             |  | 2022       |
|---|--|------------|
| Número de fallas totales                          |  | 1203       |
| N° de fallas atendidas por personal de la empresa |  | 1010       |
| N° de fallas atendidas por personal externo       |  | 193        |
| Porcentaje de OT's de manera externa              |  | 16%        |
| Costo del mantenimiento externo                   |  | S/ 410,125 |

*Nota.* Datos obtenidos en la empresa

- **CR6: Falta de equipos de traslado de repuestos**

En el año 2022, la empresa tuvo un tiempo de traslado para estos casos de 112.5 horas, lo que generó una pérdida anual de S/ 20,892.86, como se indica en la tabla 9. Esto se debió a que el almacén no cuenta con equipo de transferencia para repuestos pesados.

**Tabla 9**

*Pérdida por la falta de equipos de traslado*

|   | 2022         |
|---|--------------|
| N° de despachos totales                             | 5315         |
| N° de despachos que necesitaros equipos de traslado | 450          |
| Tiempo perdido por traslado manual (Horas)          | 112.5        |
| Pérdida anual                                       | S/ 20,892.86 |

*Nota.* Datos obtenidos en la empresa

- **CR7: Falta de mantenimiento preventivo**

En el año 2022, la organización no asignó ninguna de sus horas de trabajo al mantenimiento preventivo. Sin embargo, la empresa tenía 10362 horas de mantenimiento correctivo pero 0% de mantenimiento preventivo, es decir, no tenían horas de mantenimiento



preventivo. Adicionalmente, se descubrió que la disponibilidad de los equipos en ese momento era de 76%, lo que generó una pérdida de S/ 1 923 040,00.

**Tabla 10**

*Pérdida por falta de mantenimiento preventivo – 2022*

| Equipo                | N <sup>o</sup> | Costo de alquiler por hora | Tiempo total de reparación (TTR) | N <sup>o</sup> de fallas | Tiempo total de funcionamiento (TTF) | MTB F (horas) | MTT R (horas) | Disponibilidad | CLC de las Horas de mantenimiento por paros no programados (fallas) |
|-----------------------|----------------|----------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------------|---------------|----------------|---|
| Compactadora de suelo | 2              | S/. 220.00                 | 1095                             | 150                      | 3328                                 | 22.19         | 7.30          | 75%            | S/. 240,900.00  |
| Cargador frontal      | 2              | S/. 240.00                 | 1371                             | 225                      | 3328                                 | 14.79         | 6.09          | 71%            | S/. 329,040.00  |
| Retro excavadora      | 3              | S/. 200.00                 | 1598                             | 185                      | 4992                                 | 26.98         | 8.64          | 76%            | S/. 319,600.00  |
| Volquete              | 3              | S/. 140.00                 | 1600                             | 163                      | 4992                                 | 30.63         | 9.82          | 76%            | S/. 224,000.00  |
| Remolques             | 4              | S/. 100.00                 | 1300                             | 200                      | 6656                                 | 33.28         | 6.50          | 84%            | S/. 130,000.00  |
| Motoniveladora        | 1              | S/. 250.00                 | 1698                             | 150                      | 4125                                 | 27.50         | 11.32         | 71%            | S/. 424,500.00  |
| Tractor               | 2              | S/. 150.00                 | 1700                             | 130                      | 4560                                 | 35.08         | 13.08         | 73%            | S/. 255,000.00  |
| Total                 | 17             | S/. 185.71                 | 10362                            | 1203                     | 31981                                | 26.58         | 8.61          | 76%            | S/. 1,923,040.00  |

*Nota.* Datos obtenidos de la empresa

- **CR8: Falta de gestión de la documentación de mantenimiento**

La empresa no dispone de documentación relativa al mantenimiento, incluido el historial de los equipos, el tiempo que se tardó en realizar las tareas de reparación, el proceso de mantenimiento y otros detalles similares.

Es sabido que, para formular un plan satisfactorio de mantenimiento preventivo de la maquinaria, es necesario disponer de un historial de averías, así como de diversos formatos de seguimiento del mantenimiento de la maquinaria. En consecuencia, el valor del indicador del porcentaje de equipos registrados es 0.

Como no hay historial de fallos ni documentación sobre el mantenimiento de la unidad, se producen tiempos de inactividad. Esto se debe a que los mecánicos tardan demasiado en darse cuenta de que algo va mal.

Debido a esto, se prevé que el tiempo medio de espera para darse cuenta de un fallo por cada avería que se produzca en el año 2022 será de 0,17 horas. Se sabe que hubo un total de 1203 averías en todas las unidades; por lo tanto, multiplicando el número de averías por el tiempo medio, obtenemos 200,5 horas de tiempo perdido debido a la falta de documentación, lo que se traduce en una pérdida anual de 37.236,00 soles.

**Tabla 11**

*Pérdida anual por la falta de gestión de la documentación*

|  | 2022  | Pérdida anual |
|--|-------|---------------|
| Nº FALLAS  | 1203  |               |
| TIEMPO PROMEDIO PARA<br>DETECTAR UNA FALLA (horas) | 0.17  |               |
| TOTAL (HORAS)                                      | 200.5 | S/ 37,236     |

*Nota.* Datos obtenidos de la empresa

- **CR9: Falta de orden y limpieza en el almacén**

La falta de orden y limpieza en el almacén de insumos y repuestos de la empresa hizo que la empresa tuviera cosas obsoletas, lo que generó una pérdida anual de S/18,253.00, como se indica en la siguiente tabla.

**Tabla 12**

*Pérdida anual por la falta de orden y limpieza en el almacén*

|  | 2022         |
|--|--------------|
| Nº de ítems almacenados                                | 22085        |
| Nº de ítems deteriorados por falta de orden y limpieza | 120          |
| Pérdida anual  | S/ 18,253.00 |

*Nota.* Datos obtenidos de la empresa

## b. Matriz de priorización

En la tabla 13 se muestran la priorización de las causas raíces en función de las pérdidas económicas anuales.

**Tabla 13**

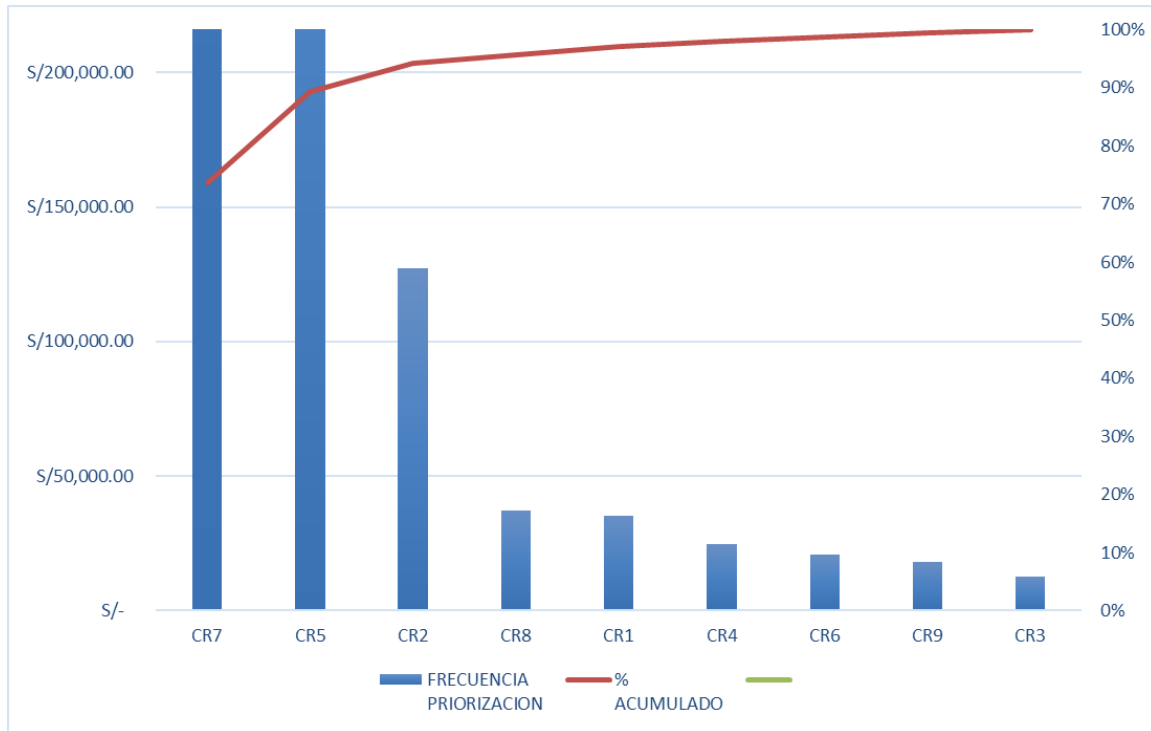
*Priorización de las causas en función de las pérdidas económicas*

| CR  | DESCRIPCION DE LA CAUSA<br>RAIZ                                  | FRECUCIA<br>PRIORIZACION | %             |                       |
|-----|--|--------------------------|---------------|-----------------------|
|     |  |                          | ACUMULA<br>DO | FRECUCIA<br>ACUMULADA |
| CR7 | Falta de mantenimiento preventivo                                | S/ 1,923,040.00          | 74%           | S/1,923,040.00        |
| CR5 | Falta de capacitación al personal de mantenimiento               | S/ 410,125.00            | 89%           | S/2,333,165.00        |
| CR2 | Falta de gestión de proveedores                                  | S/ 127,251.43            | 94%           | S/2,460,416.43        |
| CR8 | Falta de gestión de la documentación de mantenimiento            | S/ 37,235.71             | 96%           | S/2,497,652.14        |
| CR1 | Falta de stock de repuestos                                      | S/ 35,322.86             | 97%           | S/2,532,975.00        |
| CR4 | Falta de capacitación al personal del área logística             | S/ 24,549.00             | 98%           | S/2,557,524.00        |
| CR6 | Falta de equipos de traslado de repuestos                        | S/ 20,892.86             | 99%           | S/2,578,416.86        |
| CR9 | Falta de orden y limpieza en el almacén                          | S/ 18,253.00             | 100%          | S/2,596,669.86        |
| CR3 | Falta de control de calidad de los ítems que ingresan al almacén | S/ 12,568.00             | 100%          | S/2,609,237.86        |
|     | <b>TOTAL</b>   | S/ 2,609,237.86          |               |                       |

A continuación, en la figura 4 se procedió a realizar el diagrama de Pareto de los altos costos operativos.

**Figura 4**

*Diagrama de Pareto de los altos costos operativos*



Luego del análisis de la situación actual de los altos costos operativos, se determinó que las causas principales solo eran las 2 primeras, sin embargo la empresa consideró necesario dar solución a las 6 primeras causas raíz:

- CR7 - Falta de mantenimiento preventivo
- CR5 - Falta de capacitación al personal de mantenimiento
- CR2 - Falta de gestión de proveedores
- CR8 - Falta de gestión de la documentación de mantenimiento
- CR1 - Falta de stock de repuestos
- CR4 - Falta de capacitación al personal del área logística

### c. Matriz de indicadores

A continuación, en la tabla 14 se presentan los indicadores para cada causa identificada.

**Tabla 14**

*Indicadores actuales y metas*

| CR           | Descripción   | Indicador   | Fórmula   | Und | Valor actual | Pérdidas actuales | Valor mejorado | Pérdidas con la propuesta de mejora | Beneficio    | Propuesta de mejora                                    |
|--------------|---|---|---|-----|--------------|-------------------|----------------|-------------------------------------|--------------|--|
| CR7          | Falta de mantenimiento preventivo                     | Disponibilidad de las unidades                                      | $MTBF \times 100\% / (MTTR + MTBF)$   | %   | 76%          | S/1,923,040.00    | 78.0%          | S/1,732,743.25                      | S/190,296.75 | Plan de mantenimiento preventivo y estudio de tiempos  |
| CR5          | Falta de capacitación al personal de mantenimiento    | Porcentaje de colaboradores de Mantenimiento capacitados            | $N^{\circ} \text{ de operarios de mantenimiento capacitados} * 100\% / N^{\circ} \text{ total de operarios de mantenimiento}$   | %   | 0%           | S/410,125.00      | 100.00%        | S/391,000.00                        | S/19,125.00  | Programa de capacitación para el área de mantenimiento |
| CR2          | Falta de gestión de proveedores                       | Porcentaje de demoras en las entregas por partes de los proveedores | $N^{\circ} \text{ de entregas realizados por los proveedores con retraso} \times 100\% / N^{\circ} \text{ de entregas totales}$ | %   | 16.3%        | S/127,251.43      | 7.9%           | S/62,088.00                         | S/65,163.43  | Gestión de proveedores                                 |
| CR8          | Falta de gestión de la documentación de mantenimiento | Porcentaje de equipos documentados                                  | $N^{\circ} \text{ equipos documentados} \times 100\% / N^{\circ} \text{ Total de equipos}$                                      | %   | 0%           | S/37,235.71       | 100%           | S/16,776.19                         | S/20,459.52  | Formatos para mantenimiento                            |
| CR1          | Falta de stock de repuestos                           | Porcentaje de despachos no atendidos por falta de stock             | $N^{\circ} \text{ de despachos no atendidos por falta de stock} \times 100\% / N^{\circ} \text{ de despachos totales}$          | %   | 6.0%         | S/35,322.86       | 3.6%           | S/21,193.71                         | S/14,129.14  | EOQ  |
| CR4          | Falta de capacitación al personal del área logística  | Porcentaje de colaboradores de Logística capacitados                | $N^{\circ} \text{ de operarios de logística capacitados} * 100\% / N^{\circ} \text{ total de operarios de logística}$           | %   | 0%           | S/24,549.00       | 100%           | S/10,093.88                         | S/14,455.12  | Programa de capacitación para el área logística        |
| <b>TOTAL</b> |   |   |   |     |              | S/2,557,524.00    |                | S/2,233,895.04                      | S/323,628.96 |  |

## 2.5. Solución de la propuesta

En la tabla que figura a continuación se presentan las distintas propuestas de mejora necesarias para resolver los problemas fundamentales detectados en los ámbitos de la logística y el mantenimiento.

**Tabla 15**  
*Propuesta de mejora seleccionadas*

| CR  | Descripción   | Propuesta de mejora                                    |
|-----|---|--|
| CR7 | Falta de mantenimiento preventivo                     | Plan de mantenimiento preventivo y estudio de tiempos  |
| CR5 | Falta de capacitación al personal de mantenimiento    | Programa de capacitación para el área de mantenimiento |
| CR2 | Falta de gestión de proveedores                       | Gestión de proveedores                                 |
| CR8 | Falta de gestión de la documentación de mantenimiento | Formatos para mantenimiento                            |
| CR1 | Falta de stock de repuestos                           | EOQ  |
| CR4 | Falta de capacitación al personal del área logística  | Programa de capacitación para el área logística        |

A continuación, se procedió a desarrollar cada herramienta de mejora de la tabla 15.

### 2.5.1. CR7: Falta de mantenimiento preventivo

Dado que la empresa no realiza actualmente un mantenimiento preventivo de su maquinaria, se propone desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad operativa.

A continuación, se describe la mejora sugerida a la estrategia de mantenimiento preventivo.

## 1. Inventario de los equipos existentes

Con el fin de identificar claramente los equipos que se abordarán en el plan de mantenimiento, se ha sugerido que se elabore un inventario de la maquinaria de la empresa en el área de operaciones.

En la tabla siguiente se resumen los datos específicos del inventario:

**Tabla 16**

*Inventario de la maquinaria*

| Maquinaria            | N° |
|-----------------------|----|
| Compactadora de suelo | 2  |
| Cargador frontal      | 2  |
| Retro excavadora      | 3  |
| Volquete              | 3  |
| Remolques             | 4  |
| Motoniveladora        | 1  |
| Tractor               | 2  |
| Total                 | 17 |

*Nota.* La empresa

## 2. Análisis de criticidad de la maquinaria

La criticidad de cada equipo se evaluará con respecto a 4 parámetros para decidir qué equipos necesitan mantenimiento preventivo:

### A. Factor de velocidad de manifestación de la falla

El tiempo transcurrido entre la detección de un fallo potencial y la aparición de un fallo funcional se denomina periodo P-F (fallo potencial - fallo funcional).

### B. Factor de seguridad del personal y del ambiente

Se presenta un análisis de los posibles efectos humanos y medioambientales de la avería.

### C. Factor de costos de parada de producción

Los equipos pueden clasificarse según los efectos que tienen en el proceso de fabricación y la satisfacción del cliente utilizando este criterio.

### D. Factor de costos de reparación

Los equipos pueden clasificarse según el costo que ocasionan los mantenimientos correctivos.

A continuación, se muestran los factores:

**Tabla 17**

*Factores de criticidad*

| FACTORES:                              | Peso |
|--|------|
| De Velocidad de manifestación de falla | 30   |
| De Seguridad del Personal y Ambiente   | 10   |
| De Costos de la parada de producción   | 30   |
| De Costos de Reparación                | 30   |

A continuación, se muestra los rangos para clasificar el nivel de criticidad de los equipos.

**Tabla 18**

*Rango de criticidad*

| Criticidad  | Rango |
|-------------|-------|
| Critico     | >80   |
| Semicritico | 50-80 |
| No critico  | <50   |

A continuación, se muestra en la tabla 19, el análisis de criticidad realizado a la maquinaria, debido a la cantidad excesiva se realizó el análisis en función del tipo de maquinaria con la que se contaba en la empresa.



**Tabla 19**

*Análisis de criticidad*

| Factores        | Análisis de Criticidad                           |                                       |   |   |   |  |  |   |                                 |  |                                      |                                     |                          |                          |          |
|-----------------|--|---------------------------------------|---|---|---|--|--|---|---------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------|
|                 | Factor de velocidad de manifestación de la falla |                                       |   | Factor de seguridad del personal y ambiente |   |  |  | Factor de Costos de la parada de producción       |                                 | Factor de Costos de Reparación               |                                      |                                     |                          |                          |          |
|                 | Periodo P-F                                      |                                       |   | Descripción                                 |   |  |  | Criterio  |                                 | Clasificación                                |                                      |                                     |                          |                          |          |
| <b>UNIDADES</b> | Muy corto, no da tiempo para detener la máquina. | Corto, es posible detener la máquina. | Suficiente, es posible programar la intervención. | Sin consecuencias                           | Efecto temporal sobre personas, no afecta el ambiente | Efecto temporal sobre las personas y ambiente. | Efecto irreversible sobre las personas | Efecto irreversible sobre las personas y ambiente | No implica demora en la entrega | Implica demora de corto tiempo en la entrega | Implica demora y pérdida de clientes | Clasificación A: RELATIVAMENTE BAJO | Clasificación B: MEDIANO | Clasificación C: ELEVADO |          |
|                 | Compactadora de suelo                            | 1                                     |   |   |   | 1  |  |   |                                 |  | 1                                    |                                     |                          |                          |          |
|                 | Cargador frontal                                 | 1                                     |   |   |   | 1  |  |   |                                 |  | 1                                    |                                     |                          |                          |          |
|                 | Retro excavadora                                 | 1                                     |   |   |   | 1  |  |   |                                 |  | 1                                    |                                     |                          |                          |          |
|                 | Volquete   | 1                                     |   |   |   | 1  |  |   |                                 |  | 1                                    |                                     |                          |                          |          |
|                 | Remolques  | 1                                     |   |   |   | 1  |  |   |                                 |  | 1                                    |                                     |                          |                          |          |
|                 | Motoniveladora                                   |                                       | 1   |   |   | 1  |  |   |                                 |  | 1                                    |                                     |                          |                          |          |
|                 | Tractor  |                                       | 1   |   |   | 1  |  |   |                                 |  | 1                                    |                                     |                          |                          |          |
|                 | <b>Factores</b>                                  | <b>1</b>                              | <b>0.5</b>  | <b>0.2</b>                                  | <b>0.2</b>  | <b>0.4</b>                                     | <b>0.6</b>                             | <b>0.9</b>  | <b>1</b>                        | <b>0.1</b>                                   | <b>0.3</b>                           | <b>1</b>                            | <b>0.25</b>              | <b>0.5</b>               | <b>1</b> |

**Tabla 20**

*Resultado del análisis de criticidad*

| Equipos               |    |              |
|-----------------------|----|--------------|
| Compactadora de suelo | 81 | CRITICO      |
| Cargador frontal      | 81 | CRITICO      |
| Retro excavadora      | 81 | CRITICO      |
| Volquete              | 81 | CRITICO      |
| Remolques             | 81 | CRITICO      |
| Motoniveladora        | 66 | Semi-crítico |
| Tractor               | 66 | Semi-crítico |

Como se observa en la tabla anterior, cinco de los siete tipos de máquinas son críticas y dos son semicríticos.

### 3. Elaboración del programa de mantenimiento preventivo

La frecuencia del mantenimiento preventivo debe fijarse antes de preparar el programa de mantenimiento preventivo y esto debe hacerse basándose en las recomendaciones del fabricante de la maquinaria, así como en la experiencia del técnico que vaya a realizar el mantenimiento correctivo de la maquinaria. En la tabla 25 se expone el plan de mantenimiento preventivo a realizar, además, se propone un gasto necesario para la adquisición de herramientas que ayuden a una gestión más eficaz del plan de mantenimiento preventivo. Esta inversión es necesaria para facilitar una gestión más eficaz del plan de mantenimiento preventivo. A continuación, se describen con más detalle estos instrumentos.

**Tabla 21**

*Inversión para el plan de mantenimiento preventivo*

| Inversión - Mantenimiento preventivo | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Costo total         |
|--------------------------------------|--------|----------|----------------|---------------------|
| Laptop                               | Und    | 1        | S/2,500.00     | S/ 2,500.00         |
| Caja de herramientas                 | Und    | 2        | S/450.00       | S/ 900.00           |
| Llaves mecánicas y eléctricas        | Juego  | 2        | S/950.00       | S/ 1,900.00         |
| Banco de Trabajo                     | Und    | 1        | S/550.00       | S/ 550.00           |
| Vibrómetro                           | Und    | 1        | S/1,800.00     | S/ 1,800.00         |
| Termógrafo                           | Und    | 1        | S/2,500.00     | S/ 2,500.00         |
| Viscosímetro                         | Und    | 1        | S/1,900.00     | S/ 1,900.00         |
| Break para capacitación interna      | Und    | 1        | 300            | S/ 300.00           |
| <b>Total</b>                         |        |          |                | <b>S/ 12,350.00</b> |

Como se puede ver en la tabla 22, para el desarrollo del mantenimiento preventivo será necesario realizar una inversión total de S/12,350.00.

**Tabla 22**

*Programa de mantenimiento preventivo*

| NOMBRE DE LA MAQUINARIA                       | DESCRIPCION   | FRECUENCIA                        |         |
|---|---|-----------------------------------|---------|
| Motoniveladora                                | Verificar estado del aceite del motor                           | 50 HRS                            |         |
|   | Verificar anticongelante del motor                              | 50 HRS                            |         |
|   | Verificar la transmisión  | 50 HRS                            |         |
|   | Verificar tanque de aceite hidráulico                           | 100 HRS                           |         |
|   | Verificar filtro de combustible                                 | 100 HRS                           |         |
|   | Lubricar cilindros de levantamiento y desplazamiento de la hoja | 250 HRS                           |         |
|   | Lubricar la barra de tracción                                   | 250 HRS                           |         |
|   | Lubricar los rodamientos  | 250 HRS                           |         |
|   | Reemplazar aceite del motor                                     | 500 HRS                           |         |
|   | Reemplazar filtro de aire                                       | 500 HRS                           |         |
|   | Inspeccionar correas  | 500 HRS                           |         |
|   | Lubricar cilindros, pasadores y horquillas                      | 500 HRS                           |         |
|   | Reemplazar los filtros de combustible                           | 1000 HRS                          |         |
|   | Verificar cajas de tandem                                       | 1000 HRS                          |         |
|   | Ajustar válvulas del motor                                      | 2000 HRS                          |         |
|   | Reemplazar tanque hidráulico                                    | 5000HRS                           |         |
|   | Reemplazar rodamientos de las llantas                           | 5000HRS                           |         |
|   | Reemplazar caja del tandem                                      | 5000HRS                           |         |
|   | Compactadora de suelo   | Reemplazar aceite del motor       | 250 HRS |
|   |   | Reemplazar refrigerante del motor | 250 HRS |
| Limpiar filtro de combustible                 |   | 250 HRS                           |         |
| Verificar tanque de combustible               |   | 250 HRS                           |         |
| Verificar el aceite hidráulico                |   | 500 HRS                           |         |
| Verificar aceite de los frenos                |   | 500 HRS                           |         |
| Lubricar pines                                |   | 500 HRS                           |         |
| Lubricar zona del sello                       |   | 500 HRS                           |         |
| Retirar y volver a llenar aceite del motor    |   | 500 HRS                           |         |
| Reemplazar filtro de aceite                   |   | 500 HRS                           |         |
| Reemplazar filtro hidráulico                  |   | 500 HRS                           |         |
| Reemplazar filtro de combustible              |   | 500 HRS                           |         |
| Reemplazar filtro de aire primario            |   | 500 HRS                           |         |
| Verificar sistema de aire acondicionado       |   | 500 HRS                           |         |
| Reemplazar filtro de aire secundario          |   | 1000 HRS                          |         |
| Reemplazar aceite hidráulico                  |   | 2000 HRS                          |         |
| Retirar y volver a llenar aceite hidráulico   |   | 2000 HRS                          |         |
| Retirar y volver a llenar aceite refrigerante |   | 2000 HRS                          |         |

| NOMBRE DE LA MAQUINARIA                    | DESCRIPCION   | FRECUENCIA |
|--|---|------------|
| Cargador frontal                           | Lavado y engrase  | mensual    |
|  | Cambio de aceite del motor                                  | mensual    |
|  | Revisión de aceite caja dirección                           | mensual    |
|  | Cambio de filtro de combustible                             | mensual    |
|  | Cambio de líquido refrigerante                              | mensual    |
|  | Revisión parte mecánica                                     | trimestral |
|  | Revisión parte eléctrica                                    | trimestral |
| Tractor                                    | Revisión general  | semestral  |
|  | Lavado y engrase  | mensual    |
|  | Cambio de aceite del motor                                  | mensual    |
|  | Revisión de aceite caja dirección                           | mensual    |
|  | Cambio de filtro de combustible                             | mensual    |
|  | Cambio de líquido refrigerante                              | mensual    |
|  | Revisión parte mecánica                                     | trimestral |
| Retro excavadora                           | Revisión parte eléctrica                                    | trimestral |
|  | Revisión grasa caja y corona                                | mensual    |
|  | Revisión general  | semestral  |
|  | Lavado y engrase  | mensual    |
|  | Revisión de fisuras en la estructura                        | semanal    |
|  | Revisión del motor  | mensual    |
|  | Cambio de aceite  | mensual    |
| Volquete                                   | Revisión parte mecánica                                     | trimestral |
|  | Revisión parte eléctrica                                    | trimestral |
|  | Revisión general  | semestral  |
|  | Reemplazar aceite del motor                                 | 5000 km    |
|  | Reemplazar filtro de aceite del motor                       | 5000 km    |
|  | Reemplazar filtro del combustible                           | 5000 km    |
|  | Verificar filtro y altura del aceite del sistema hidráulico | 5000 km    |
|  | Verificar la altura del aceite de los frenos                | 5000 km    |
|  | Verificar la presión de las llantas                         | 5000 km    |
|  | Verificar el aceite del sistema de transmisión              | 5000 km    |
|  | Verificar el estado de los faros, direccionales y claxon    | 5000 km    |
| Verificar el volante y sistema hidráulico  | 5000 km   |            |
| Verificar estado del cinturón de seguridad | 5000 km   |            |
| Reemplazar aceite de transmisión           | 20000 km  |            |
| Reemplazar aceite de caja de cambios       | 20000 km  |            |

| NOMBRE DE LA MAQUINARIA | DESCRIPCION              | FRECUENCIA |
|-------------------------|--------------------------|------------|
| Remolque                | Lavado y engrase         | mensual    |
|                         | Revisión grasa corona    | mensual    |
|                         | Revisión de ruedas       | trimestral |
|                         | Revisión parte mecánica  | trimestral |
|                         | Revisión parte eléctrica | trimestral |
|                         | Revisión general         | semestral  |

Adicional a ello, se recomienda elaborar instructivos de cada actividad de mantenimiento y realizar un estudio tiempos, para este caso tomamos como ejemplo a la actividad de cambio de aceite debido a que es una actividad repetitiva en todas las unidades de transporte y es parte vital del mantenimiento preventivo.

A continuación, en la figura 5, se muestra el instructivo de cambio de aceite

### Figura 5

#### *Instructivo del cambio de aceite del motor*

| Instructivo del cambio de aceite del motor   |
|--|
| 1. Objetivo<br>Llevar a cabo el cambio de aceite de las unidades de transporte   |
| 2. Responsable<br>Mecánico de la empresa   |
| 3. Pasos para el desarrollo del mantenimiento<br><br>PASO 1: Después de apagar el coche, coloque debajo un recipiente para recoger el aceite.<br><br>PASO 2: Para rellenar, quite el tapón<br><br>PASO 3: Retire el tapón de vaciado de aceite del cárter y vacíe completamente el aceite.<br><br>PASO 4: Instale una junta nueva en el tapón de vaciado. Fuerza de giro de 30 Nm<br><br>PASO 5: Retire el tapón, vierta 9 galones de aceite 25w60 y compruebe el nivel.<br><br>PASO 6: Gire la llave y compruebe si hay fugas cerca del cárter y el filtro del motor. |

Luego de procedió a determinar los tiempos, para ello se tuvo que realizar un estudio de tiempos el cual se detalla a continuación:

### Estudio de tiempos

En la siguiente tabla se detallan las 6 etapas del proceso de mantenimiento.

**Tabla 23**

*Elementos para el estudio de tiempos*

| Elementos | Descripción  |
|-----------|--|
| 1         | Después de apagar el coche, coloque debajo un recipiente para recoger el aceite. |
| 2         | Para rellenar, quite el tapón  |
| 3         | Retire el tapón de vaciado de aceite del cárter y vacíe completamente el aceite. |
| 4         | Instale una junta nueva en el tapón de vaciado. Fuerza de giro de 30 Nm          |
| 5         | Retire el tapón, vierta 9 galones de aceite 25w60 y compruebe el nivel.          |
| 6         | Gire la llave y compruebe si hay fugas cerca del cárter y el filtro del motor.   |

El número de veces se determinó mediante la aplicación del método estadístico.

Para utilizar el método estadístico, primero hay que reunir un tamaño de muestra inicial denotado por el subíndice n'. Después, se puede utilizar la fórmula que se presenta a continuación:

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Para aplicar esta fórmula se hizo 6 observaciones del proceso de cambio de aceite.

El mayor número de muestras que podían tomarse con esta fórmula era 15, mientras que el número mínimo de muestras que podían tomarse era 3.

**Tabla 24**

*Cálculo del número de observaciones necesarias*

| Elementos | Descripción  | Tiempo en minutos |     |     |     |     |     | $\sum X_i$ | $\sum (X_i \times X_i)$ | n de observaciones necesarias |
|-----------|--|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------|-------------------------|-------------------------------|
|           |  | 1                 | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |            |                         |                               |
| 1         | Después de apagar el coche, coloque debajo un recipiente para recoger el aceite. | 4.8               | 4.8 | 4.6 | 4.9 | 4.8 | 4.1 | 27.9       | 129.7                   | 5                             |
| 2         | Para rellenar, quite el tapón  | 2.7               | 3.2 | 2.6 | 2.6 | 3.2 | 2.8 | 17.0       | 48.6                    | 15                            |
| 3         | Retire el tapón de vaciado de aceite del cárter y vacíe completamente el aceite. | 4.7               | 5.2 | 4.6 | 4.6 | 5.2 | 4.8 | 29.0       | 140.6                   | 5                             |
| 4         | Instale una junta nueva en el tapón de vaciado. Fuerza de giro de 30 Nm          | 3.1               | 2.8 | 3.0 | 3.0 | 3.1 | 2.8 | 17.7       | 52.2                    | 3                             |
| 5         | Vierta 9 galones de aceite 25w60 y compruebe el nivel.                           | 9.3               | 8.3 | 8.9 | 7.9 | 7.9 | 8.9 | 51.1       | 436.9                   | 6                             |
| 6         | Gire la llave y compruebe si hay fugas cerca del cárter y el filtro del motor.   | 5.5               | 5.6 | 5.1 | 5.3 | 5.4 | 4.8 | 31.7       | 167.7                   | 4                             |

A continuación, se muestra la tabla de suplementos con los que se realizará este estudio de tiempos.

**Tabla 25**

*Suplementos para el estudio de tiempos*

| Descripción del Suplemento             | Suplementos |
|--|-------------|
| SUPLEMENTO POR DESCANSO                |             |
| Suplementos por fatiga básica          | 4%          |
| Suplementos por necesidades personales | 5%          |
| Suplementos variables                  | 0%          |
| <b>TOTAL % DE SUPLEMENTOS</b>          | <b>9%</b>   |

A continuación se muestra los valores para la calificación del ritmo de trabajo de los operarios a evaluar en el estudio de tiempos.

**Figura 6**  
*Calificación del ritmo de trabajo*

| Escala 0-100     | Descripción del desempeño   | Velocidad de marcha comparable (1) (Km/h) |
|------------------|---|---|
| 0                | Actividad nula  |   |
| 50               | Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo  | 3,2                                       |
| 75               | Constante, resuelto, sin prisa, como de operario no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan                    | 4,8                                       |
| 100 (Ritmo tipo) | Activo, capaz, como de operario calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado   | 6,4                                       |
| 125              | Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del operario calificado medio   | 8,0                                       |
| 150              | Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por varios periodos; actuación de “virtuoso” sólo alcanzada por algunos trabajadores sobresalientes | 9,6                                       |

La duración de cada procedimiento se medirá con un cronómetro y se documentará utilizando el formato de estudio de tiempos (Anexo 3).

La duración media de las distintas tareas se indica en la tabla 26.

**Tabla 26**  
*Tiempos estándar para el cambio de aceite*

| Elementos | Descripción  | Actual<br>TIEMPO<br>ESTANDAR<br>(MINUTOS) | Con la propuesta<br>TIEMPO<br>ESTANDAR<br>(MINUTOS) |
|-----------|--|---|---|
| 1         | Después de apagar el coche, coloque debajo un recipiente para recoger el aceite. | 3.54                                      | 3.54  |
| 2         | Para rellenar, quite el tapón  | 2.67                                      | 1.22  |
| 3         | Retire el tapón de vaciado de aceite del cárter y vacíe completamente el aceite. | 4.59                                      | 4.59  |
| 4         | Instale una junta nueva en el tapón de vaciado. Fuerza de giro de 30 Nm          | 3.31                                      | 1.60  |
| 5         | Retire el tapón, vierta 9 galones de aceite 25w60 y compruebe el nivel.          | 7.42                                      | 7.42  |
| 6         | Gire la llave y compruebe si hay fugas cerca del cárter y el filtro del motor.   | 3.54                                      | 3.54  |
|           |  | 25.07                                     | 21.92   |

Como puede verse en la Tabla 26, el tiempo típico necesario para cambiar el aceite del motor era de 25,07 minutos. En cambio, se prevé que el estudio de tiempos reduzca esta cantidad de tiempo a 21,92 minutos.



Como se indica en la tabla 27, se prevé que la mejora propuesta al plan de mantenimiento preventivo reduzca el número de fallas de las unidades de 1203 a 1084, lo que se anticipa incrementará la disponibilidad de 76% a 78%, reduciendo consecuentemente la pérdida anual de S/. 1,923,040.00 a S/. 1,732,743.25.

**Tabla 27**

*Reducción de la pérdida por falta de mantenimiento preventivo*

| Equipo                 | Nº        | Costo de alquiler por hora | Tiempo total de reparación (TTR) en horas | Nº de fallas | Tiempo total de funcionamiento (TTF) en horas | MTBF (horas) | MTTR (horas) | Disponibilidad | CLC de las Horas de mantenimiento por paros no programados (fallas) |
|------------------------|-----------|----------------------------|---|--------------|---|--------------|--------------|----------------|---|
| Compactadora de suelo  | 2         | S/. 220.00                 | 986                                       | 135          | 3438  | 25.46        | 7.30         | 78%            | S/. 216,810.00  |
| Cargador frontal Retro | 2         | S/. 240.00                 | 1237                                      | 203          | 3462  | 17.05        | 6.09         | 74%            | S/. 296,867.20  |
| excavadora             | 3         | S/. 200.00                 | 1443                                      | 167          | 5147  | 30.82        | 8.64         | 78%            | S/. 288,503.78  |
| Volquete               | 3         | S/. 140.00                 | 1443                                      | 147          | 5149  | 35.03        | 9.82         | 78%            | S/. 202,012.27  |
| Remolques              | 4         | S/. 100.00                 | 1170                                      | 180          | 6786  | 37.70        | 6.50         | 85%            | S/. 117,000.00  |
| Motoniveladora         | 1         | S/. 250.00                 | 1528                                      | 135          | 4295  | 31.81        | 11.32        | 74%            | S/. 382,050.00  |
| Tractor                | 2         | S/. 150.00                 | 1530                                      | 117          | 4730  | 40.43        | 13.08        | 76%            | S/. 229,500.00  |
| <b>Total</b>           | <b>17</b> | <b>S/. 185.71</b>          | <b>9336</b>                               | <b>1084</b>  | <b>33007</b>                                  | <b>30.45</b> | <b>8.61</b>  | <b>78%</b>     | <b>S/. 1,732,743.25</b>   |

### 2.5.2. CR5: Falta de capacitación al personal de mantenimiento

Como posible solución a este problema subyacente, se ha sugerido la creación de un programa de formación como área de mejora. El objetivo de este programa es mejorar la gestión del mantenimiento de las unidades y, como resultado, minimizar la cantidad de reparaciones externas.

#### Programa de capacitación

La empresa de alquiler de maquinaria pesada es consiente que tener al equipo de trabajo bien capacitado es esencial para el correcto desenvolvimiento de estos en sus tareas diarias, sin

embargo, en los últimos años han dejado atrás las capacitaciones que se realizaban año tras año y esto le ha ocasionado ciertos problemas en el área de mantenimiento. Por lo anteriormente mencionado, es que se plantea un programa de capacitación para esta área que traerá consigo muchos beneficios para la empresa.

En la tabla 28 se tendrá un panorama más claro de lo que se propone y que se quiere lograr con este programa de capacitación.

**Tabla 28**

*Programa de capacitación en el área de mantenimiento*

| Nº | CONTENIDO   | Nº DE PARTICIPANTES | DIRIGIDO A                         | SESIONES | MODALIDAD  | INSTRUCTORES                              | LUGAR             |
|----|---|---------------------|------------------------------------|----------|------------|---|-------------------|
| 1  | La gestión de mantenimiento de maquinaria pesada          | 5                   | Personal del área de mantenimiento | 1        | Presencial | Externo + Interno (Jefe de mantenimiento) | Sala de reuniones |
| 2  | El mantenimiento productivo total                         | 5                   | Personal del área de mantenimiento | 1        | Presencial | Externo + Interno (Jefe de mantenimiento) | Sala de reuniones |
| 3  | Gestión de costos de mantenimiento                        | 5                   | Personal del área de mantenimiento | 1        | Presencial | Externo + Interno (Jefe de mantenimiento) | Sala de reuniones |
| 4  | Las fallas más frecuentes en equipos de maquinaria pesada | 5                   | Personal del área de mantenimiento | 1        | Presencial | Externo + Interno (Jefe de mantenimiento) | Sala de reuniones |
| 5  | Medidas de seguridad para trabajar con maquinaria pesada  | 5                   | Personal del área de mantenimiento | 1        | Presencial | Externo + Interno (Jefe de mantenimiento) | Sala de reuniones |
| 6  | Recomendaciones para la operación de maquinaria pesada    | 5                   | Personal del área de mantenimiento | 1        | Presencial | Externo + Interno (Jefe de mantenimiento) | Sala de reuniones |

El programa de capacitación mostrado anteriormente se realizará de la siguiente manera: Cada tema del contenido seleccionado tendrá una sesión que se llevará a cabo cada sábado de la semana. En el diagrama de Gantt de la tabla 29 se muestran los meses y semanas donde se realizará cada sesión.

**Tabla 29**

*Diagrama de Gantt del programa de capacitación*

| N° | CONTENIDO   | SESIONES | DÍA    | DURA<br>CIÓN<br>TOTAL<br>(horas) | AGOSTO |       |       |       | SEPTIEMBRE |       |       |       | OCTUBRE |       |       |       |  |
|----|---|----------|--------|----------------------------------|--------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|--|
|    |   |          |        |                                  | Sem 1  | Sem 2 | Sem 3 | Sem 4 | Sem 1      | Sem 2 | Sem 3 | Sem 4 | Sem 1   | Sem 2 | Sem 3 | Sem 4 |  |
| 1  | La gestión de mantenimiento de maquinaria pesada          | 1        | Sábado | 3                                | X      |       |       |       |            |       |       |       |         |       |       |       |  |
| 2  | El mantenimiento productivo total                         | 1        | Sábado | 3                                |        |       | X     |       |            |       |       |       |         |       |       |       |  |
| 3  | Gestión de costos de mantenimiento                        | 1        | Sábado | 3                                |        |       |       |       | X          |       |       |       |         |       |       |       |  |
| 4  | Las fallas más frecuentes en equipos de maquinaria pesada | 1        | Sábado | 3                                |        |       |       |       |            |       | X     |       |         |       |       |       |  |
| 5  | Medidas de seguridad para trabajar con maquinaria pesada  | 1        | Sábado | 2                                |        |       |       |       |            |       |       |       | X       |       |       |       |  |
| 6  | Recomendaciones para la operación de maquinaria pesada    | 1        | Sábado | 2                                |        |       |       |       |            |       |       |       |         |       |       | X     |  |

El programa de capacitación será dictado por un personal externo especializado en capacitaciones empresas en temas como el mantenimiento, de igual forma este tendrá el apoyo del jefe de mantenimiento el cual tiene vasta experiencia en el área como para ser un soporte

ante cualquier duda o consulta que surja durante las sesiones de capacitación. El costo por hora de este agente externo es de 1000 soles; obteniendo así un presupuesto total de 16,000 soles.

**Tabla 30**

*Presupuesto estimado de la propuesta*

| N°                       | CONTENIDO   | SESIONES | HR/SESIÓN | COSTO/HR    | COSTO TOTAL         |
|--------------------------|---|----------|-----------|-------------|---------------------|
| 1                        | La gestión de mantenimiento de maquinaria pesada          | 1        | 3         | S/ 1,000.00 | S/ 3,000.00         |
| 2                        | El mantenimiento productivo total                         | 1        | 3         | S/ 1,000.00 | S/ 3,000.00         |
| 3                        | Gestión de costos de mantenimiento                        | 1        | 3         | S/ 1,000.00 | S/ 3,000.00         |
| 4                        | Las fallas más frecuentes en equipos de maquinaria pesada | 1        | 3         | S/ 1,000.00 | S/ 3,000.00         |
| 5                        | Medidas de seguridad para trabajar con maquinaria pesada  | 1        | 2         | S/ 1,000.00 | S/ 2,000.00         |
| 6                        | Recomendaciones para la operación de maquinaria pesada    | 1        | 2         | S/ 1,000.00 | S/ 2,000.00         |
| <b>PRESUPUESTO TOTAL</b> |   |          |           |             | <b>S/ 16,000.00</b> |

Dentro del costo de cada capacitación, está incluido cualquier tipo de material o recurso que se vaya a emplear por parte de capacitador externo, como son plumones, lapiceros, impresiones, separatas, material multimedia, entre otros. Y por parte de la empresa, esta brindará su proyector y laptop para que se pueda visualizar el material del capacitador.

Culminado el programa de capacitación se realizará una encuesta de satisfacción a todos los participantes con el propósito de conocer qué tan buena fue la capacitación y si tienen alguna sugerencias u observaciones para mejorar en el próximo programa de capacitación, ya que este se realizará una vez al año. El formato elaborado se puede ver en el anexo 8.

Se prevé que el porcentaje de formación en mantenimiento aumente hasta el 100% como resultado del programa de formación propuesto, mientras que el porcentaje de mantenimiento externo disminuirá del 16% al 13%, lo que se traducirá en una reducción de las pérdidas anuales de S/410,125.00 a S/391,100.00.

**Tabla 31**

*Reducción de la pérdida por falta de capacitación*

|   | Con la mejora |
|---|---------------|
| Número de fallas totales                          | 1084.0        |
| Nº de fallas atendidas por personal de la empresa | 940           |
| Nº de fallas atendidas por personal externo       | 144           |
| Porcentaje de OT's de manera externa              | 13%           |
| Costo del mantenimiento externo                   | S/. 391,000   |

### 2.5.3. CR2: Falta de gestión de proveedores

La gestión de proveedores, cuyo objetivo es perfeccionar el procedimiento de la empresa de alquiler de maquinaria pesada para elegir, evaluar y controlar a sus proveedores, se implantará para hacer frente a este problema de raíz. El sistema de gestión de proveedores es la clave para lograr este objetivo.

Será necesario tomar las siguientes medidas para facilitar la administración de estos proveedores:

#### 1. Búsqueda de proveedores

La empresa de alquiler de maquinaria pesada está en búsqueda de proveedores de repuestos para su maquinaria, que sean de confianza y que cumpla ciertos criterios. En esta búsqueda de proveedores ha identificado como posibles proveedores a las siguientes empresas.

#### Figura 7

*Proveedor IPESA*



**Figura 8**

*Proveedor Maquipartes*



**Figura 9**

*Proveedor BAS WORLD*



Posteriormente se elaboró un listado de estos tres proveedores donde se detalla información básica de estos como se muestra en la figura 10.

**Figura 10**

*Listado de proveedores*

| PROVEEDOR       | DATOS              | INFORMACIÓN                     |
|-----------------|--------------------|---------------------------------|
| IPESA SAC       | RUC                | 20101639275                     |
|                 | DIRECCIÓN          | AV. Nicolás Ayllón 2241 - Ate   |
|                 | PAÍS/CIUDAD        | Lima                            |
|                 | TELÉFONO           | +51 (1) 748 - 3333              |
|                 | CORREO ELECTRÓNICO | ventas@ipesa.com.pe             |
| MAQUIPARTES SRL | RUC                | 20601111811                     |
|                 | DIRECCIÓN          | Jr. Alfonso Ugarte Nro. 181     |
|                 | PAÍS/CIUDAD        | Lima                            |
|                 | TELÉFONO           | +01 4128294                     |
|                 | CORREO ELECTRÓNICO | ventas@maquipartescat.com       |
| BAS WORLD       | RUC                | 20608122649                     |
|                 | DIRECCIÓN          | Mac Arthurweg 2, 5466 AP VEGHEL |
|                 | PAÍS/CIUDAD        | Lima                            |
|                 | TELÉFONO           | +51 (1) 512 - 2596              |
|                 | CORREO ELECTRÓNICO | ventas@basworldperu.com         |



## 2. Criterios de selección y método de calificación

Para determinar los criterios de selección de proveedores se elaboró un formato para determinar el nivel de cumplimiento de cada ítem, esto en base a las cotizaciones que se solicitaron. El formato en mención detalla los criterios como se muestra en la figura 11.

**Figura 11**

*Criterios de selección*

| Criterio                | Peso |
|-------------------------|------|
| Calidad del producto    | 25%  |
| Precio del producto     | 30%  |
| Condiciones de pago     | 10%  |
| Cumplimiento de entrega | 20%  |
| Servicio al cliente     | 15%  |
| Total                   | 100% |

Con respecto al método de calificación este se basa en calificar cada criterio, ya sea calidad, precio, condiciones de pago u otro de los mencionado en la figura de criterios de selección y designarle un puntaje, donde 1 es el más bajo y 5 el más alto.

**Figura 12**

*Método de calificación*

| ESCALA |      |         |       |        |
|--------|------|---------|-------|--------|
| Pésimo | Malo | Regular | Bueno | Óptimo |
| 1      | 2    | 3       | 4     | 5      |

## 3. Evaluación

La evaluación se le realizó a los proveedores IPESA SAC, MAQUIPARTES SRL y a BAS WORLD, con la finalidad de determinar cuál de los tres sería el más adecuado para tener una relación comercial de compras de repuestos, y que además se ajuste mejor a las

posibilidades de la empresa de alquiler de maquinaria pesada. Como se mencionó anteriormente, se califica del 1 al 5 los cinco criterios propuestos donde la calificación mínima para ser considerados debe ser 3.

**Tabla 32**

*Evaluación de proveedores*

| PROVEEDOR       | CRITERIO                | PESO | ESCALA      |           |              |            |             | RESULTADO | TOTAL |
|-----------------|-------------------------|------|-------------|-----------|--------------|------------|-------------|-----------|-------|
|                 |                         |      | Pésimo<br>1 | Malo<br>2 | Regular<br>3 | Bueno<br>4 | Óptimo<br>5 |           |       |
| IPESA SAC       | CALIDAD DEL PRODUCTO    | 25%  |             |           | X            |            |             | 0.75      | 3.55  |
|                 | PRECIO DEL PRODUCTO     | 30%  |             |           |              | X          |             | 1.2       |       |
|                 | CONDICIONES DE PAGO     | 10%  |             |           |              |            | X           | 0.5       |       |
|                 | CUMPLIMIENTO DE ENTREGA | 20%  |             |           |              | X          |             | 0.8       |       |
|                 | SERVICIO AL CLIENTE     | 15%  |             | X         |              |            |             | 0.3       |       |
| MAQUIPARTES SRL | CALIDAD DEL PRODUCTO    | 25%  |             |           |              |            | X           | 1.25      | 4.5   |
|                 | PRECIO DEL PRODUCTO     | 30%  |             |           |              | X          |             | 1.2       |       |
|                 | CONDICIONES DE PAGO     | 10%  |             |           |              |            | X           | 0.5       |       |
|                 | CUMPLIMIENTO DE ENTREGA | 20%  |             |           |              | X          |             | 0.8       |       |
|                 | SERVICIO AL CLIENTE     | 15%  |             |           |              |            | X           | 0.75      |       |
| BAS WORLD       | CALIDAD DEL PRODUCTO    | 25%  |             |           |              |            | X           | 1.25      | 4.6   |
|                 | PRECIO DEL PRODUCTO     | 30%  |             |           |              |            | X           | 1.5       |       |
|                 | CONDICIONES DE PAGO     | 10%  |             |           | X            |            |             | 0.3       |       |
|                 | CUMPLIMIENTO DE ENTREGA | 20%  |             |           |              | X          |             | 0.8       |       |
|                 | SERVICIO AL CLIENTE     | 15%  |             |           |              |            | X           | 0.75      |       |

Luego de la evaluación realizada se concluye que el proveedor ideal es BAS WORLD debido a que tuvo una calificación de 4.6 superior a los demás, sin embargo, se considera como backup a MAQUIPARTES SRL ya que su calificación fue de 4.5 muy cercana a la que obtuvo el proveedor seleccionado.

**4. Registro de proveedores**

Por último, se pasa a registrar en la base de datos oficial al proveedor BAS WORLD con toda la información que se solicitó inicialmente, en esta base de datos también estarán registrados otros proveedores de otras líneas de productos que han pasado o pasarán por el mismo proceso que los proveedores de repuestos de maquinaria pesada.

Como resultado de la propuesta de mejorar la gestión de proveedores, se prevé que el porcentaje de requerimientos entregados con retrasos por parte de los proveedores disminuirá de 16% a 8%, lo que se traducirá en una reducción del tiempo dedicado a retrasos en mantenimiento de 685.20 horas a 334.32 horas. Esto, a su vez, resultó en una reducción de la pérdida anual de S/127,251.00 a S/62,088.00, como se muestra en la Tabla 33.

**Tabla 33**

*Reducción de la pérdida luego de la mejora en la gestión de proveedores*

| Meses - con la mejora | Número de retrasos de entrega | % de retrasos de entregas | Horas de tiempo por retrasos en las entregas | Pérdida por los retrasos en las entregas |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|--|--|
| Enero                 | 24.6                          | 8%                        | 30   | S/ 5,482                                 |
| Febrero               | 33                            | 11%                       | 40   | S/ 7,354                                 |
| Marzo                 | 27                            | 9%                        | 32   | S/ 6,017                                 |
| Abril                 | 13                            | 4%                        | 16   | S/ 2,897                                 |
| Mayo                  | 25.8                          | 9%                        | 31   | S/ 5,750                                 |
| Junio                 | 29.4                          | 11%                       | 35   | S/ 6,552                                 |
| Julio                 | 18                            | 6%                        | 22   | S/ 4,011                                 |
| Agosto                | 22                            | 8%                        | 26   | S/ 4,903                                 |
| Septiembre            | 25.8                          | 8%                        | 31   | S/ 5,750                                 |
| Octubre               | 13                            | 4%                        | 16   | S/ 2,897                                 |
| Noviembre             | 33                            | 11%                       | 40   | S/ 7,354                                 |
| Diciembre             | 14                            | 5%                        | 17   | S/ 3,120                                 |
| Total                 | 278.6                         | 8%                        | 334.32                                       | S/ 62,088                                |

#### 2.5.4. CR8: Falta de gestión de la documentación de mantenimiento

Para hacer frente a esta causa fundamental, se sugiere mejorar la gestión de la documentación. Para lograr este objetivo, se propone diseñar formatos para documentar los

fallos y las incidencias. Esto será muy útil para determinar más rápidamente los fallos de las unidades.

Por ello, se sugieren los siguientes formatos:

- Formato de ficha técnica (véase Anexo 4)
- Formato de Orden de Trabajo (véase Anexo 5)
- Formato de ejecución de mantenimiento preventivo (véase Anexo 6)
- Formato de registro de fallas (véase Anexo 7)

Con la propuesta de mejora en la gestión de la documentación se espera reducir el tiempo promedio para detectar una falla de 0.17 a 0.08 horas, logrando reducir la pérdida anual de S/37,236.00 a S/ 16,776.19, así como se muestra en la tabla 34.

**Tabla 34**

*Reducción de la pérdida por la falta de gestión de la documentación*

|  | Con la mejora | Pérdida anual | AHORRO     |
|--|---------------|---------------|------------|
| Nº FALLAS  | 1084          |               |            |
| TIEMPO PROMEDIO PARA<br>DETECTAR UNA FALLA (horas) | 0.08          |               |            |
| TOTAL (HORAS)                                      | 90.3          | S/. 16,776.19 | S/. 20,460 |

### 2.5.5. CR1: Falta de stock de repuestos

Se diseñó un sistema de gestión de inventarios por Cantidad Económica de Pedido (EOQ) con el objetivo de mejorar la gestión del stock de repuestos, lo que provocaría una reducción en el número de horas de paro en el mantenimiento de las unidades de la empresa de alquiler de maquinaria pesada. El desarrollo de este planteamiento permitió solucionar el problema en su origen.

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times D \times S}{H}}$$

Donde:

D= Demanda anual

S= Costo de preparación por pedido

H= Costo unitario de almacenamiento

De acuerdo a la siguiente tabla, se estableció que el costo de almacenamiento por unidad, medido en metros cúbicos, fue igual a S/ 257.07.

**Tabla 35**  
*Costo de almacenamiento*

| Costo                             |              |
|-----------------------------------|--------------|
| Ítem                              | SOLES        |
| Mano de obra                      | S/ 25,200.00 |
| Luz                               | S/ 2,160.00  |
| Mantenimiento y limpieza          | S/ 11,200.00 |
| Total                             | S/ 38,560.00 |
| Área de almacén (m <sup>3</sup> ) | 150.00       |
| Costo por m <sup>3</sup>          | S/ 257.07    |

Ahora, para reemplazar en el cálculo el costo unitario de almacenamiento, basta con multiplicar la cantidad de espacio que ocupa un determinado artículo en la unidad de almacenamiento por el valor del metro cúbico que se descubrió anteriormente.

El dato que falta es el costo por pedido; para efectos de nuestro estudio, hemos estimado este valor en 25 soles.

Para comprender mejor la tabla 9, utilizaremos el primer material como ilustración. Este material revela que la cantidad óptima a pedir es de 25 gl. de aceite Castrol sae 15w40.

El procedimiento a seguir fue el siguiente:

$$Q = \sqrt{\frac{2 * 3000 * 25}{257.07}} = 25$$

**Tabla 36**

*Determinación de la cantidad óptima de pedido*

| DESCRIPCIÓN              | UNIDADES | D (CATIDAD ANUAL) | CANTIDAD ÓPTIMA (UNIDADES)      |                            |                |                     |
|--------------------------|----------|-------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------|---------------------|
|                          |          |                   | ÁREA X UNIDAD (M <sup>3</sup> ) | COSTO UNITARIO DE ALMACEN. | COSTO X PEDIDO | Q (CANTIDAD ÓPTIMA) |
| Aceite SAE 15w30 Castrol | GL       | 3000              | 1.0                             | 257.07                     | 25             | 25                  |
| Aceite SAE 25w60 Castrol | GL       | 2640              | 1.0                             | 257.07                     | 25             | 23                  |
| Grasa SAE 140 Shell      | GL       | 2520              | 1.0                             | 257.07                     | 25             | 23                  |
| Grasa SAE 90 Shell       | GL       | 2160              | 1.0                             | 257.07                     | 25             | 21                  |
| Fusibles                 | UNI      | 576               | 0.5                             | 128.53                     | 25             | 15                  |
| Pernos de ruedas         | UNI      | 420               | 0.5                             | 128.53                     | 25             | 13                  |
| Llanta Rueda Neumatico   | UNI      | 264               | 1                               | 257.07                     | 25             | 8                   |
| Relays                   | UNI      | 168               | 0.5                             | 128.53                     | 25             | 9                   |
| varillas de balancines   | UNI      | 144               | 0.5                             | 128.53                     | 25             | 8                   |
| Muelles                  | UNI      | 118               | 1.5                             | 385.60                     | 25             | 4                   |

Para calcular el número medio anual de pedidos, dividimos la demanda anual por el tamaño óptimo del pedido.

$$\frac{D}{Q} = N = \text{Número de pedidos esperados}$$

Siguiendo el ejemplo:

$$\text{Número de pedidos esperados} = \frac{3000}{25} = 120$$

Hallando el tiempo esperado entre cada pedido: Para ello solo dividimos los días laborables para la empresa entre el número de pedidos esperados

Siguiendo el ejemplo serio así:

$$\text{Tiempo esperado entre cada pedido} = T = \frac{\text{días laborables/año}}{N}$$

$$T = \frac{313}{120} = 3 \text{ DÍAS}$$

Ahora identificaremos el PUNTO DE REPOSICIÓN, que no es más que el indicador en el que debemos reponer o generar el pedido al proveedor cuando nuestro inventario alcance esa cantidad. Una vez determinado el PUNTO DE REPOSICION, pasaremos al siguiente paso. Multiplicar la demanda diaria por el tiempo que tarda en llegar el producto al almacén desde que se realizó el pedido hasta que el proveedor llega al almacén con nuestra mercancía es todo lo que se necesita para cumplir este objetivo.

En la misma línea que el precedente:

$$ROP = PEP = d \times L = \text{demanda diaria} \times \text{plazo de entrega en días}$$

Estimamos que este artículo se entregará en dos días.

Cuando el inventario alcance las 20 unidades, habrá que hacer un nuevo pedido para que, cuando lleguen los nuevos galones de aceite, el inventario sea igual a cero, ya que los 20 galones se consumirán durante el plazo total de entrega.

Un método para determinar las existencias de seguridad consiste en calcular un porcentaje de la reserva de suministro que se agotará durante el plazo total de entrega, es decir, el "punto de pedido" calculado anteriormente.

De acuerdo al ejemplo anterior, si el margen de seguridad es de 20%.

La seguridad de emergencia sería igual a 4 galones

Luego Punto de Pedido = 20 + 4 = 24 galones

Existencia Máxima = 25 + 4 = 29 galones

Todo lo mostrado anteriormente se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 37**

*Punto de reposición y stock de seguridad*

| DESCRIPCIÓN                | UNIDADES | D<br>(CANTIDAD ANUAL) | PUNTO DE REPOSICIÓN        |                     |                    |                             | STOCK(20%)                     |                 |                   |
|----------------------------|----------|-----------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------|
|                            |          |                       | N (# de pedidos esperados) | T (tiempo esperado) | d (demanda diaria) | L (Plazo de entrega (días)) | PUNTO DE REPOSICIÓN (UNIDADES) | Punto de pedido | Existencia máxima |
| Aceite SAE 15w30 Castrol   | GL       | 3000                  | 120                        | 3                   | 10                 | 2.00                        | 20                             | 24              | 29                |
| Aceite SAE 25w60 Castrol   | GL       | 2640                  | 115                        | 3                   | 8                  | 2.00                        | 17                             | 20              | 26                |
| Grasa SAE 140 Shell        | GL       | 2520                  | 110                        | 3                   | 8                  | 2.00                        | 17                             | 20              | 26                |
| Grasa SAE 90 Shell         | GL       | 2160                  | 103                        | 3                   | 7                  | 2.00                        | 14                             | 17              | 24                |
| Fusibles                   | UNI      | 576                   | 39                         | 8                   | 2                  | 1.00                        | 2                              | 2               | 15                |
| Pernos de ruedas           | UNI      | 420                   | 33                         | 9                   | 1                  | 1.00                        | 2                              | 2               | 13                |
| Llanta Rueda Neumático     | UNI      | 264                   | 33                         | 9                   | 1                  | 1.00                        | 1                              | 1               | 8                 |
| Relays                     | UNI      | 168                   | 19                         | 16                  | 1                  | 1.00                        | 1                              | 1               | 9                 |
| varillas de balancines     | UNI      | 144                   | 18                         | 17                  | 0                  | 1.00                        | 1                              | 1               | 8                 |
| Muelles                    | UNI      | 118                   | 30                         | 10                  | 0                  | 1.00                        | 1                              | 1               | 4                 |
| Baterías                   | UNI      | 66                    | 11                         | 28                  | 0                  | 1.00                        | 1                              | 1               | 6                 |
| Inyectores                 | UNI      | 66                    | 10                         | 31                  | 0                  | 1.00                        | 1                              | 1               | 7                 |
| Kit de reparación de motor | UNI      | 30                    | 6                          | 52                  | 0                  | 1.00                        | 1                              | 1               | 5                 |
| Bomba de agua              | UNI      | 18                    | 6                          | 52                  | 0                  | 1.00                        | 1                              | 1               | 3                 |



Se prevé que la mejora propuesta del EOQ reducirá el porcentaje de despachos desatendidos por falta de stock de 6% a 3.6%, lo que reducirá el tiempo de inactividad de 190.20 a 114.12 horas, resultando en una disminución de la pérdida anual de S/35,323.00 a S/21,194.00, como se muestra en la tabla 38.

**Tabla 38**

*Reducción de la pérdida por la falta de stock de repuestos*

| Meses - Con la mejora | Numero de despachos no atendidos por falta de stock | % de despachos no atendidos por falta de stock | Horas perdidas por falta de stock | CLC por las Horas perdidas por falta de stock |
|-----------------------|---|--|-----------------------------------|---|
| Enero                 | 20  | 5.4%   | 12                                | S/ 2,206                                      |
| Febrero               | 12  | 2.6%   | 7                                 | S/ 1,337                                      |
| Marzo                 | 16  | 3.6%   | 10                                | S/ 1,805                                      |
| Abril                 | 17  | 3.8%   | 10                                | S/ 1,939                                      |
| Mayo                  | 16  | 3.4%   | 10                                | S/ 1,805                                      |
| Junio                 | 18  | 4.1%   | 11                                | S/ 2,006                                      |
| Julio                 | 12  | 2.6%   | 7                                 | S/ 1,337                                      |
| Agosto                | 15  | 3.4%   | 9                                 | S/ 1,671                                      |
| Septiembre            | 14  | 3.2%   | 9                                 | S/ 1,605                                      |
| Octubre               | 15  | 3.4%   | 9                                 | S/ 1,671                                      |
| Noviembre             | 14  | 3.2%   | 8                                 | S/ 1,538                                      |
| Diciembre             | 20  | 4.5%   | 12                                | S/ 2,273                                      |
| Total                 | 190   | 3.6%   | 114.12                            | S/ 21,194                                     |

#### **2.5.6. CR4: Falta de capacitación al personal del área logística**

Se diseñó un programa de formación específico de logística para abordar esta razón subyacente.

##### **Programa de capacitación para el área Logística**

La empresa de alquiler de maquinaria pesada se ha visto afectada debido a diversos problemas que se han venido presentando en el área logística, los cuales se han mencionado en la realidad problemática más a detalle, para darle solución a estas deficiencias se ha propuesto implementar un programa de capacitación anual, con el cual se generarán nuevos conocimientos a los trabajadores del área logística y puedan así desempeñarse de una manera más eficiente para la empresa.

La estructura del programa de capacitación anual es la siguiente:

##### **TEMARIO**

- ✓ **Selección y Evaluación de proveedores**
- **Enfocado a la mejora de:** Relación con proveedores, Criterios de selección, Métodos de evaluación.
- **Alcance:** Personal del área logística de la empresa de alquiler de maquinaria pesada.
- **Responsables:** Agente de capacitación tercerizado, asistente de Recursos Humanos
- **Modalidad:** In situ
- **Centro de reuniones:** Sala de conferencias de la empresa.
- **Tiempo estimado:** 4 horas
- **Metodología:** Proyección de ppt's, videos, casos de estudio y prácticas
- **Recursos:** laptop, separatas, útiles de escritorio

- **Tipo de evaluación y feedback:** Al finalizar el tema tratado se dará un examen escrito y al terminar la revisión, se brindará un feedback general.
- ✓ **Control de existencias**
- **Enfocado a la mejora de:** Manejo de inventarios, toma de decisiones, organización, análisis de situaciones
- **Alcance:** Personal del área logística de la empresa de alquiler de maquinaria pesada.
- **Responsables:** Agente de capacitación tercerizado, asistente de Recursos Humanos
- **Modalidad:** In situ
- **Centro de reuniones:** Sala de conferencias de la empresa.
- **Tiempo estimado:** 4 horas
- **Metodología:** Proyección de ppt's, videos, casos de estudio y prácticas
- **Recursos:** laptop, separatas, útiles de escritorio
- **Tipo de evaluación y feedback:** Al finalizar el tema tratado se dará un examen escrito y al terminar la revisión, se brindará un feedback general.
- ✓ **KPI's logísticos**
- **Enfocado a la mejora de:** Pensamiento crítico, análisis de situaciones y rendimiento, toma de decisiones
- **Alcance:** Personal del área logística de la empresa de alquiler de maquinaria pesada.
- **Responsables:** Agente de capacitación tercerizado, asistente de Recursos Humanos
- **Modalidad:** In situ
- **Centro de reuniones:** Sala de conferencias de la empresa.
- **Tiempo estimado:** 4 horas
- **Metodología:** Proyección de ppt's, videos, casos de estudio y prácticas

- **Recursos:** laptop, separatas, útiles de escritorio
- **Tipo de evaluación y feedback:** Al finalizar el tema tratado se dará un examen escrito y al terminar la revisión, se brindará un feedback general.
- ✓ **Filosofía 5's**
  - **Enfocado a la mejora de:** Productividad, eficiencia de operaciones, orden y limpieza del área
  - **Alcance:** Personal del área logística de la empresa de alquiler de maquinaria pesada.
  - **Responsables:** Agente de capacitación tercerizado, asistente de Recursos Humanos
  - **Modalidad:** In situ
  - **Centro de reuniones:** Sala de conferencias de la empresa
  - **Tiempo estimado:** 4 horas
  - **Metodología:** Proyección de ppt's, videos, casos de estudio y prácticas
  - **Recursos:** laptop, separatas, útiles de escritorio
  - **Tipo de evaluación y feedback:** Al finalizar el tema tratado se dará un examen escrito y al terminar la revisión, se brindará un feedback general.

En la tabla 16, se puede apreciar el programa de capacitación elaborado y en él se detallan datos como las metas, la inversión, el desarrollo de los temas, entre otros.

**Tabla 39**

*Plan de capacitación de la empresa*

| TEMA                                  | TIEMPO ESTIMADO (HRS) | DESARROLLO  | META  | INVERSIÓN |          |
|---------------------------------------|-----------------------|---|---|-----------|----------|
| Selección y Evaluación de proveedores | 1                     | Métodos de selección de proveedores                     | Filtrar y evaluar de forma más rápida, segura y eficiente a los proveedores para la empresa | S/        | 4,000.00 |
|                                       | 1                     | Formatos de selección de proveedores                    |   |           |          |
|                                       | 1                     | Directrices para una correcta evaluación de proveedores |   |           |          |
|                                       | 1                     | Formatos de evaluación de proveedores                   |   |           |          |
| Control de existencias                | 1                     | Definición y ventajas del control de existencias        | Gestionar de forma adecuada las existencias que se tienen en el almacén                     | S/        | 4,000.00 |
|                                       | 1                     | Tipos de inventario                                     |   |           |          |
|                                       | 1                     | Modelos de valoración de existencias                    |   |           |          |
|                                       | 1                     | Formatos para el control de existencias                 |   |           |          |
| KPI's logísticos                      | 1                     | Definición de los KPI's logísticos                      | Controlar y analizar los indicadores logísticos para una correcta toma de decisiones        | S/        | 4,000.00 |
|                                       | 1                     | Tipos de KPI's logísticos                               |   |           |          |
|                                       | 1                     | Beneficios del uso de KPI's                             |   |           |          |
|                                       | 1                     | Análisis de KPI's logísticos                            |   |           |          |
| Filosofía 5's                         | 1                     | Definición y ventajas de la filosofía 5's               | Asegurar un ambiente de trabajo organizado, aseado y seguro                                 | S/        | 4,000.00 |
|                                       | 1                     | Clasificar-Seiri  |   |           |          |
|                                       | 0.5                   | Ordenar-Seiton  |   |           |          |
|                                       | 0.5                   | Limpiar-Seiso   |   |           |          |
|                                       | 0.5                   | Estandarizar-Seiketsu                                   |   |           |          |
|                                       | 0.5                   | Disciplina-Shitsuke                                     |   |           |          |

De igual forma, se elaboró un cronograma de capacitación para la empresa de alquiler de maquinaria pesada para tener claro en qué meses se realizará cada capacitación.

**Figura 13**

*Cronograma de capacitación*

| TEMA                                  | DESARROLLO  | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO |
|---------------------------------------|---|------|-------|-------|--------|
| Selección y Evaluación de proveedores | Métodos de selección de proveedores                     |      |       |       |        |
|                                       | Formatos de selección de proveedores                    |      |       |       |        |
|                                       | Directrices para una correcta evaluación de proveedores |      |       |       |        |
|                                       | Formatos de evaluación de proveedores                   |      |       |       |        |
| Control de existencias                | Definición y ventajas del control de existencias        |      |       |       |        |
|                                       | Tipos de inventario                                     |      |       |       |        |
|                                       | Modelos de valoración de existencias                    |      |       |       |        |
|                                       | Formatos para el control de existencias                 |      |       |       |        |
| KPI's logísticos                      | Definición de los KPI's logísticos                      |      |       |       |        |
|                                       | Tipos de KPI's logísticos                               |      |       |       |        |
|                                       | Beneficios del uso de KPI's                             |      |       |       |        |
|                                       | Análisis de KPI's logísticos                            |      |       |       |        |
| Filosofía 5's                         | Definición y ventajas de la filosofía 5's               |      |       |       |        |
|                                       | Clasificar-Seiri  |      |       |       |        |
|                                       | Ordenar-Seiton  |      |       |       |        |
|                                       | Limpiar-Seiso   |      |       |       |        |
|                                       | Estandarizar-Seiketsu                                   |      |       |       |        |
|                                       | Disciplina-Shitsuke                                     |      |       |       |        |

Según la tabla 40, la pérdida anual del departamento de logística puede reducirse de S/24.549,00 a S/10.093,88 con la ayuda del programa de formación propuesto.

**Tabla 40**

*Reducción de la pérdida por ítems faltantes*

| Con la mejora | N° de ítems en el almacén | N° de ítems registrados | Inventario faltantes (n° de ítems) | % de Inventario faltantes (n° de ítems) | Costo de ítems faltantes |
|---------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------------|---|--------------------------|
| Enero         | 2053                      | 2044                    | 9                                  | 0.4%                                    | S/895.71                 |
| Febrero       | 1751                      | 1743                    | 8                                  | 0.5%                                    | S/771.20                 |
| Marzo         | 1741                      | 1730                    | 11                                 | 0.6%                                    | S/798.52                 |
| Abril         | 1986                      | 1975                    | 11                                 | 0.6%                                    | S/938.81                 |
| Mayo          | 2083                      | 2072                    | 11                                 | 0.5%                                    | S/767.15                 |
| Junio         | 1525                      | 1515                    | 10                                 | 0.7%                                    | S/859.20                 |
| Julio         | 1025                      | 1011                    | 14                                 | 1.4%                                    | S/880.00                 |
| Agosto        | 2090                      | 2079                    | 11                                 | 0.5%                                    | S/759.85                 |
| Septiembre    | 1837                      | 1824                    | 13                                 | 0.7%                                    | S/824.69                 |
| Octubre       | 2086                      | 2073                    | 13                                 | 0.6%                                    | S/812.50                 |
| Noviembre     | 1740                      | 1731                    | 9                                  | 0.5%                                    | S/1,023.86               |
| Diciembre     | 2168                      | 2156                    | 12                                 | 0.6%                                    | S/762.40                 |
| Total         | 22085                     | 21953                   | 132                                | 0.6%                                    | S/10,093.88              |

**Variación de los costos operativos en la empresa como efecto de la implementación de la propuesta de mejora.**

Como puede verse en la Figura 14 y en la Tabla 41, se espera que los cambios sugeridos en logística y mantenimiento reduzcan los costos operativos en 12.65%, ahorrando un total de S/323, 628.96.

**Tabla 41**

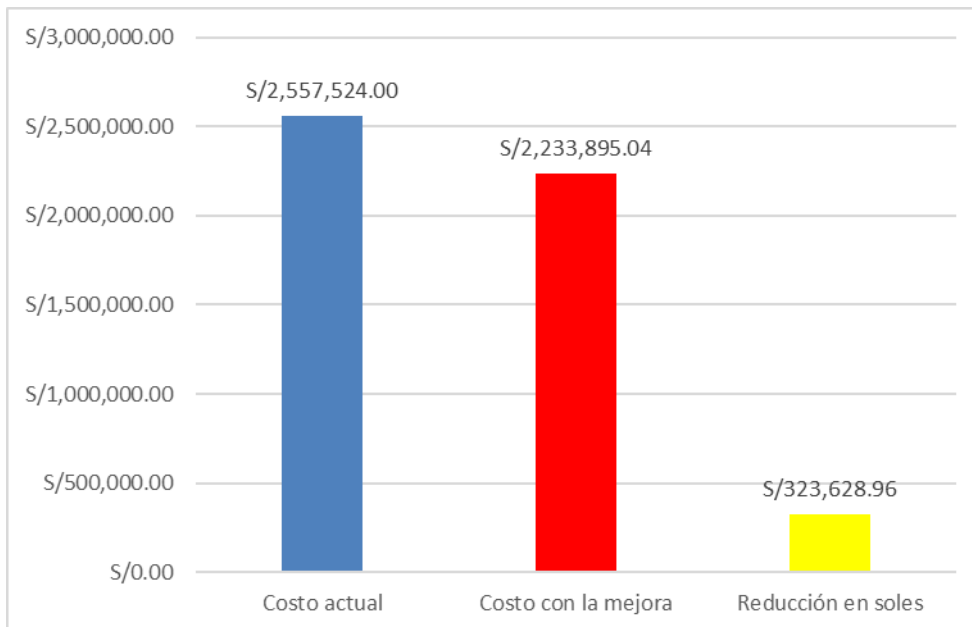
*Reducción de los costos operativos en la empresa de alquiler de maquinaria pesada*

| Costo actual   | Costo con la mejora | Reducción en soles | Porcentaje de reducción |
|----------------|---------------------|--------------------|-------------------------|
| S/2,557,524.00 | S/2,233,895.04      | S/323,628.96       | 12.65%                  |

Nota. Tabla 14

**Figura 14**

*Reducción de los costos operativos con las mejoras*



Nota. Tabla 41



## 2.6. Evaluación Económica

### a) Inversión para la propuesta de mejora

En la tabla 35, podemos ver cuánto dinero habrá que gastar en la propuesta de gestión logística y de mantenimiento de la empresa.

**Tabla 42**

*Inversión para el desarrollo de las propuestas de mejora*

| Detalle de la mejora                                   | Total       | Depreciación mensual |
|--|-------------|----------------------|
| Inversión - EOQ  | S/2,824.00  | S/41.67              |
| Inversión - Gestión de proveedores                     | S/360.00    |                      |
| Inversión - Capacitación para el área logística        | S/18,120.00 | S/14.17              |
| Inversión - Mantenimiento preventivo                   | S/12,350.00 | S/145.00             |
| Inversión - Gestión de la documentación                | S/360.00    |                      |
| Inversión - Capacitación para el área de mantenimiento | S/16,030.00 |                      |
| Total  | S/50,044.00 | S/200.83             |

De acuerdo a la tabla 42, se necesitará un total de S/ 50 044,00 para construir todas las herramientas de ingeniería, con una depreciación mensual adicional de S/200,83.

### b) Beneficios con la propuesta de mejora

A continuación, se presenta en la tabla 43, se presenta el ahorro anual obtenido con las mejoras realizadas.

**Tabla 43**

*Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año*

| CR                   | DESCRIPCIÓN   | Ene             | Feb             | Mar             | Abr             | May             | Jun             | Jul             | Ago             | Sep             | Oct             | Nov             | Dic             | Total            |
|----------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| CR1                  | Falta de stock de repuestos                           | S/1,136         | S/1,195         | S/1,185         | S/1,291         | S/1,164         | S/1,142         | S/1,118         | S/1,093         | S/1,213         | S/1,101         | S/1,191         | S/1,300         | S/14,129         |
| CR2                  | Falta de gestión de proveedores                       | S/5,240         | S/5,513         | S/5,466         | S/5,952         | S/5,368         | S/5,265         | S/5,156         | S/5,039         | S/5,596         | S/5,080         | S/5,494         | S/5,994         | S/65,163         |
| CR4                  | Falta de capacitación al personal del área logística  | S/1,162         | S/1,223         | S/1,212         | S/1,320         | S/1,191         | S/1,168         | S/1,144         | S/1,118         | S/1,241         | S/1,127         | S/1,219         | S/1,330         | S/14,455         |
| CR7                  | Falta de mantenimiento preventivo                     | S/15,302        | S/16,100        | S/15,962        | S/17,382        | S/15,677        | S/15,376        | S/15,056        | S/14,716        | S/16,343        | S/14,834        | S/16,044        | S/17,503        | S/190,297        |
| CR8                  | Falta de gestión de la documentación de mantenimiento | S/1,645         | S/1,731         | S/1,716         | S/1,869         | S/1,686         | S/1,653         | S/1,619         | S/1,582         | S/1,757         | S/1,595         | S/1,725         | S/1,882         | S/20,460         |
| CR5                  | Falta de capacitación al personal de mantenimiento    | S/1,538         | S/1,618         | S/1,604         | S/1,747         | S/1,576         | S/1,545         | S/1,513         | S/1,479         | S/1,642         | S/1,491         | S/1,612         | S/1,759         | S/19,125         |
| <b>INGRESO TOTAL</b> |   | <b>S/26,024</b> | <b>S/27,381</b> | <b>S/27,145</b> | <b>S/29,561</b> | <b>S/26,662</b> | <b>S/26,150</b> | <b>S/25,606</b> | <b>S/25,027</b> | <b>S/27,793</b> | <b>S/25,227</b> | <b>S/27,285</b> | <b>S/29,767</b> | <b>S/323,629</b> |

Como se puede apreciar con las mejoras se espera obtener un ahorro anual de S/ 323,629.00.

c) Estado de resultados

**Tabla 44**

*Estado de resultados mensual*

| Mensual                       | 0        | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12 |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----|
| Beneficio de las mejoras      | S/26,024 | S/27,381 | S/27,145 | S/29,561 | S/26,662 | S/26,150 | S/25,606 | S/25,027 | S/27,793 | S/25,227 | S/27,285 | S/29,767 |    |
| Costos operativos             | S/14,313 | S/15,060 | S/14,930 | S/16,259 | S/14,664 | S/14,382 | S/14,083 | S/13,765 | S/15,286 | S/13,875 | S/15,007 | S/16,372 |    |
| Depreciación                  | S/201    | S/201    | S/201    | S/201    | S/201    | S/201    | S/201    | S/201    | S/201    | S/201    | S/201    | S/201    |    |
| Utilidad bruta                | S/11,510 | S/12,121 | S/12,015 | S/13,102 | S/11,797 | S/11,567 | S/11,322 | S/11,061 | S/12,306 | S/11,151 | S/12,078 | S/13,194 |    |
| Gastos administrativos        | S/921    | S/970    | S/961    | S/1,048  | S/944    | S/925    | S/906    | S/885    | S/984    | S/892    | S/966    | S/1,056  |    |
| Utilidad antes de impuestos   | S/10,589 | S/11,151 | S/11,053 | S/12,054 | S/10,853 | S/10,641 | S/10,416 | S/10,177 | S/11,322 | S/10,259 | S/11,111 | S/12,139 |    |
| Impuestos                     | S/3,124  | S/3,290  | S/3,261  | S/3,556  | S/3,202  | S/3,139  | S/3,073  | S/3,002  | S/3,340  | S/3,027  | S/3,278  | S/3,581  |    |
| Utilidad después de impuestos | S/7,465  | S/7,861  | S/7,793  | S/8,498  | S/7,651  | S/7,502  | S/7,343  | S/7,174  | S/7,982  | S/7,233  | S/7,833  | S/8,558  |    |

d) Flujo de caja

**Tabla 45**

*Flujo de caja mensual*

| Meses                         | 0                | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12      |
|-------------------------------|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Utilidad después de impuestos |                  | S/7,465 | S/7,861 | S/7,793 | S/8,498 | S/7,651 | S/7,502 | S/7,343 | S/7,174 | S/7,982 | S/7,233 | S/7,833 | S/8,558 |
| más depreciación              |                  | S/201   | S/201   | S/201   | S/201   | S/201   | S/201   | S/201   | S/201   | S/201   | S/201   | S/201   | S/201   |
| Flujo neto Efectivo           | <b>-S/50,044</b> | S/7,666 | S/8,062 | S/7,992 | S/8,697 | S/7,849 | S/7,699 | S/7,539 | S/7,369 | S/8,176 | S/7,426 | S/8,025 | S/8,749 |

e) Indicadores económicos

**Tabla 46**

*Indicadores económicos*

| Meses               | 0                | 1            | 2          | 3                     | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12       |
|---------------------|------------------|--------------|------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Ingresos totales    |                  | S/26,024     | S/27,381   | S/27,145              | S/29,561 | S/26,662 | S/26,150 | S/25,606 | S/25,027 | S/27,793 | S/25,227 | S/27,285 | S/29,767 |
| Egresos totales     |                  | S/18,358     | S/19,319   | S/19,152              | S/20,863 | S/18,809 | S/18,447 | S/18,062 | S/17,652 | S/19,611 | S/17,794 | S/19,251 | S/21,008 |
| <b>VAN ingresos</b> | <b>S/301,610</b> | <b>SOLES</b> |            |                       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>VAN egresos</b>  | <b>S/212,789</b> | <b>SOLES</b> |            |                       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>PRI</b>          | <b>6.29</b>      | <b>MESES</b> |            |                       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>VAN</b>          | <b>S/38,726</b>  |              |            |                       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>TIR</b>          | <b>11.6%</b>     | <b>&gt;</b>  | <b>COK</b> | <b>1.10 % mensual</b> |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>B/C</b>          | <b>1.4</b>       |              |            |                       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |

Como se puede ver en la tabla 46, se hizo una evaluación económica de 12 meses de horizonte de tiempo, obteniendo los siguientes resultados:

Un VAN positivo de S/ 38,726.00.

Un TIR de 11.6% mayor al costo de oportunidad mensual de la empresa de 1.10%.

Un B/C de 1.4, lo que significa que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/ 0.4.

Un Periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 6.29 meses.

Por lo antes mencionado se concluye que la presente investigación es viable para la empresa.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### Resultado del objetivo general

Como puede verse en la Tabla 47, se espera que los cambios sugeridos en logística y mantenimiento reduzcan los costos operativos en 12.65%, ahorrando un total de S/323, 628.96.

**Tabla 47**

*Reducción de los costos operativos en la empresa de alquiler de maquinaria pesada*

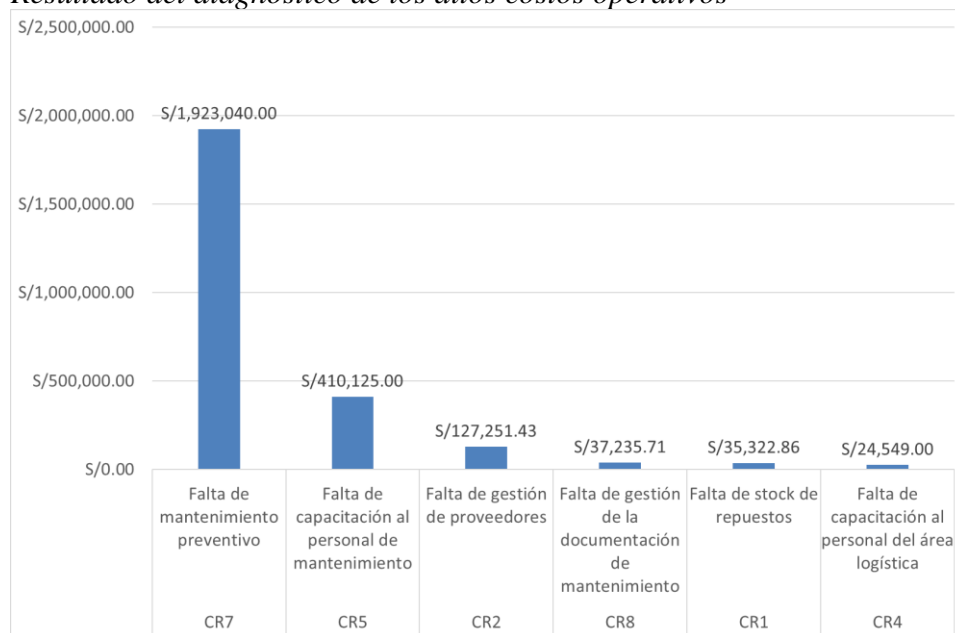
| Costo actual   | Costo con la mejora | Reducción en soles | Porcentaje de reducción |
|----------------|---------------------|--------------------|-------------------------|
| S/2,557,524.00 | S/2,233,895.04      | S/323,628.96       | 12.65%                  |

*Nota.* Tabla 14

### Resultado del objetivo específico 1.

**Figura 15**

*Resultado del diagnóstico de los altos costos operativos*



*Nota.* Proviene de la tabla 14

## Resultado del objetivo específico 2.

**Tabla 48**

*Resultados de las propuestas de mejora*

| CR  | DESCRIPCIÓN   | HERRAMIENTA DE MEJORA                                  | BENEFICIO   |
|-----|---|--|-------------|
| CR7 | Falta de mantenimiento preventivo                     | Plan de mantenimiento preventivo y estudio de tiempos  | S/190,296.7 |
| CR5 | Falta de capacitación al personal de mantenimiento    | Programa de capacitación para el área de mantenimiento | S/19,125.0  |
| CR2 | Falta de gestión de proveedores                       | Gestión de proveedores                                 | S/65,163.4  |
| CR8 | Falta de gestión de la documentación de mantenimiento | Formatos para mantenimiento                            | S/20,459.5  |
| CR1 | Falta de stock de repuestos                           | EOQ  | S/14,129.1  |
| CR4 | Falta de capacitación al personal del área logística  | Programa de capacitación para el área logística        | S/14,455.1  |
|     |   | Total  | S/359,027.9 |

*Nota.* Proviene de la tabla 14

## Resultado del objetivo específico 3

**Tabla 49**

*Resultados de la evaluación económica*

| Indicadores económicos |            |
|------------------------|------------|
| PRI                    | 6.29 meses |
| VAN                    | S/. 38,726 |
| TIR                    | 11.6%      |
| B/C                    | 1.4        |

*Nota.* Tabla 46

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

En la investigación se diagnosticó la situación actual de las áreas de logística y mantenimiento de la empresa de alquiler de maquinaria pesada, identificando que las causas raíz de los altos costos operativos eran la falta de stock de repuestos, falta de gestión de proveedores, falta de capacitación al personal logística, falta de mantenimiento preventivo, falta de gestión de documentación de mantenimiento y falta de capacitación al personal de mantenimiento, lo que provocó una pérdida de S/2,557,524 al año. El resultado fue validado por Castañeda y Gonzales (2016) quien debido a problemas similares tuvo una pérdida anual de S/ 1,140.001. De acuerdo a la información recolectada y al análisis de los resultados, se valida que usualmente las áreas de gestión logística y mantenimiento presentan problemas que le causan pérdidas monetarias para las organizaciones, aumentando así los costos operativos.

En la investigación se propuso desarrollar la gestión logística y mantenimiento de la empresa de alquiler de maquinaria pesada, la cual se basó en el desarrollo de herramientas como: gestión de proveedores, EOQ, programa de capacitación para el área logística, plan de mantenimiento preventivo, formatos para mantenimiento y un programa de capacitación para el área de mantenimiento, obteniendo así un beneficio de S/ 323,628.96. El resultado fue validado por Baño y Cárdenas (2022), quienes desarrollaron herramientas de mejora como el Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Autónomo, con lo cual logró un beneficio del 71%. Asimismo, Flores y Saravia (2022) lograron ahorros anuales de S/ 152,933.66 a través de la implementación de herramientas que incluyen un programa de mantenimiento preventivo, un programa de capacitación para el área de mantenimiento, el desarrollo de un sistema para el



buen desarrollo del mantenimiento, el enfoque de Máximos y Mínimos, 5S y la gestión de proveedores.

En la investigación se desarrolló la evaluación económica de la propuesta de mejora, teniendo como resultado que la propuesta es rentable, debido a que se obtuvo un VAN positivo de S/ 38,726, un TIR de 11.6%, un B/C de 1.4 y un Periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 6.29 meses. Estos resultados fueron validados por Rodas (2013), quien obtuvo un VAN de 125,199 soles, un TIR de 112% y B/C = 2.47, demostrando así una alta viabilidad. De igual forma, Vargas (2018) obtuvo un TIR de 54% y un VAN de S/ 962,187.33, por lo que se concluyó que la propuesta era rentable. De acuerdo a la información recolectada y al análisis de los resultados, se valida que usualmente las propuestas de mejora en las áreas de gestión logística y mantenimiento son rentables para las empresas.

En la investigación se determinó el impacto de la propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento sobre los costos operativos en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Trujillo 2023, para lo cual se determinó que el impacto de la propuesta es positivo ya que se logró una reducción de los costos operativos del 12.65%, de S/2,557,524.00 a S/2,233,895.04 al año. En base a ello se confirmó la hipótesis concluyendo que la propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento reduce los costos operativos en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Trujillo 2023. El resultado fue validado por Guerrero (2021), el cual tuvo como resultado una disminución de los costos en 10.7%, este porcentaje representa un valor de 325 dólares. De igual forma Rodas (2013) logró reducir los costos de \$ 118,355.20 a \$ 43,922.77.

## 4.2. Conclusiones

Se determinó que la propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento redujo los costos operativos de la empresa de alquiler de maquinaria pesada en 12.65%, ya que se redujo la pérdida anual de S/2,557,524.00 a S/2,233,895.04, esto fue lo esperado ya que según el resultado de la investigación realizada por Castañeda y Gonzales (2016) con el desarrollo de herramientas logísticas y de mantenimiento se logró reducir los costos operativos.

Se realizó diagnóstico de la situación actual de las áreas de logística y mantenimiento, determinando que las causas raíces de los altos costos operativos eran la falta de stock de repuestos, falta de gestión de proveedores, falta de capacitación al personal logística, falta de mantenimiento preventivo, falta de gestión de documentación de mantenimiento y falta de capacitación al personal de mantenimiento, lo que provocó una pérdida de S/2,557,524 al año.

Se desarrolló la propuesta de mejora la gestión logística y mantenimiento en la empresa de alquiler de maquinaria pesada, la cual consistió en el desarrollo de las herramientas de gestión de proveedores, EOQ, programa de capacitación para el área logística, plan de mantenimiento preventivo, formatos para mantenimiento y un programa de capacitación para el área de mantenimiento, obteniendo así un beneficio de S/ 323, 628.96.

Se realizó la evaluación económica de la propuesta de mejora, teniendo como resultado que la propuesta es rentable, debido a que se obtuvo un VAN positivo de S/ 38,726, un TIR de 11.6%, un B/C de 1.4 y un Periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 6.29 meses

## REFERENCIAS

- Alvarado, C. y Ganoza, S. (2018). Propuesta de mejora para reducir costos operacionales en el proceso de compras y el área de mantenimiento de la empresa Agrícola BGS S. A. C. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte].  
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13580?show=full>
- Arango, J., Rosero, S., & Montoya, M. (2020). Programación de mantenimiento preventivo usando algoritmos genéticos. *Lámpsakos*, (23), 37-44.  
<https://doi.org/10.21501/21454086.3112>
- Baño, H., & Cárdenas, J. (2022). *Desarrollo de un sistema de gestión de mantenimiento para la línea de procesamiento de quinua de la empresa Coprobich del cantón Colta*. [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].  
<http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/16177/1/25T00432.pdf>
- Bazán y Correa (2020). *Aplicación de la metodología lean manufacturing en el proceso de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de perforadoras de la empresa MBC Drilling Sacy*. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte].  
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24890/Baz%c3%a1n%20Rojas%2c%20Pamela%20Roxana%20--%20Correa%20Gamarra%2c%20Juan%20Jos%c3%a9.pdf?sequence=1&isAllowed=>
- Bros, R. (2021). 6 grandes tendencias del sector de la construcción para 2022. RB.  
<https://blog.rbauktion.es/6-grandes-tendencias-del-sector-de-la-construccion-para-2022/>

- Calzado, D. (2020). La gestión logística de almacenes en el desarrollo de los operadores logísticos. Cuba. *Ciencias Holguín*, 26 (1).  
<https://www.redalyc.org/journal/1815/181562407005/181562407005.pdf>
- Castañeda, J., & Gonzales, K. (2016). *Plan de mejora para reducir los costos en la gestión de mantenimiento de la empresa Transportes Chiclayo S.A. Chiclayo*. [Tesis de Pregrado, Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/2300>
- Castell, R. (2021). *Manual de gestión de tráfico de mercancías*. Marge Books. ISBN 9788418532771. <https://books.google.com.pe/books?id=Ir9FEAAAQBAJ&pg=PA263&dq=indicador+log%C3%ADstico&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwiF7j4lbj5AhW4BLkGHYarCoI4ChDoAXoECACQAg#v=onepage&q=indicador%20log%C3%ADstico&f=false>
- Cruz, A. (2018). *Gestión de inventarios*. COML0210.IC Editorial. ISBN 9788491981909. [https://www.google.com.pe/books/edition/Gesti%C3%B3n\\_de\\_inventarios\\_COML0210/s1cpEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0](https://www.google.com.pe/books/edition/Gesti%C3%B3n_de_inventarios_COML0210/s1cpEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0)
- Darwiche, N. (2022). GAM gana 4,9 millones en nueve meses frente a 0,1 el año pasado. La Nueva España. <https://www.lne.es/economia/2022/11/03/gam-gana-4-9-millones-78061259.html>
- Dioses, S. (2022). Crece utilidad neta de Ferreycorp en el 2021 y supera niveles prepandemia. Desde Adentro. <https://www.desdeadentro.pe/2022/01/crece-utilidad-neta-de-ferreycorp-en-el-2021-y-supera-niveles-prepandemia/>
- Eslava, A. (2021). *Logística intermodal*. DGP Editores SAS. ISBN 9789587922905. [https://books.google.com.pe/books?id=qANcEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=logistica&hl=es-419&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=logistica&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=qANcEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=logistica&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=logistica&f=false)

- Flores, J. y Saravia, B. (2022). *Propuesta de mejora en las áreas de logística y mantenimiento para reducir los costos operativos en la empresa de Servicio de Transporte Mina S. A. C.* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte].  
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/31146/Flores%20Ramos%20Jairo%20Rodrigo%20-%20Saravia%20Lacsahuache%20Barry%20Enrique.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guarnizo, F., y Cardenas, S. (2020). *Costos por órdenes de producción y por procesos.* Universidad de la Salle. ISBN 9789585136588.  
[https://www.google.com.pe/books/edition/Costos\\_por\\_%C3%B3rdenes\\_de\\_producci%C3%B3n\\_y\\_por/xe\\_6DwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0](https://www.google.com.pe/books/edition/Costos_por_%C3%B3rdenes_de_producci%C3%B3n_y_por/xe_6DwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0)
- Guerrero, J. (2021). *Gestión de un plan de mantenimiento preventivo a buses interprovinciales de la compañía Velotax.* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte].  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11126/2/04%20MAUT%20138%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Hernández, E. (2020). *Gestión documental del transporte por carretera.* ICG Marge SL. ISBN 9788417903183.  
[https://www.google.com.pe/books/edition/Gesti%C3%B3n\\_documental\\_del\\_transporte\\_por\\_c/IHrNDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0](https://www.google.com.pe/books/edition/Gesti%C3%B3n_documental_del_transporte_por_c/IHrNDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0)
- Jiménez, F. (2018). *Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial.* IC Editorial. ISBN 9788491983392.  
<https://books.google.com.pe/books?id=fkwpEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=mantenimiento+preventivo&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiDvfKJk735AhVFB7kGHdokaAWEQ6AF6BAgHEAI#v=onepage&q&f=false>

Lira, P. (2021). *Evaluación de proyectos de inversión: Guía teórica y práctica*. Editorial UPC.

ISBN 9789587922592.

<https://books.google.com.pe/books?id=jgAyEAAAQBAJ&pg=PA27&dq=cok+costo+de+oportunidad+del+capital&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwiUpMzpLf5AhWEBrkGHVgDArgQ6AF6BAgJEA#v=onepage&q=cok%20costo%20de%20oportunidad%20del%20capital&f=false>

LOXAM (2022). El sector del alquiler de maquinaria: hacia un futuro sostenible.

<https://www.loxamhune.com/alquiler-maquinaria-sostenibilidad/>

Motto, M. & Fernández, M. (2021). *Gestión de departamentos de servicio de alimentos y bebidas*. Ediciones Paraninfo S.A. ISBN 9788428344807.

[https://www.google.com.pe/books/edition/Gesti%C3%B3n\\_de\\_departamentos\\_de\\_servicio\\_de/YKIIIEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=Gesti%C3%B3n+de+departamentos+de+servicio+de+alimentos+y+bebidas.&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Gesti%C3%B3n_de_departamentos_de_servicio_de/YKIIIEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=Gesti%C3%B3n+de+departamentos+de+servicio+de+alimentos+y+bebidas.&printsec=frontcover)

Murcia, J., Díaz, F., Medellín, V., Santana, L., Oñate, G., Rodríguez, S., Rojas, R. & Rodríguez G. (2019). *Formulación y criterios de evaluación*. ISBN 978-958-778-552-4.

<https://books.google.com.pe/books?id=kfR5EAAAQBAJ&pg=PA340&dq=beneficio+costo+B/c&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwiK4qKtiLj5AhXCBrkGHe4CB6Q4ChDoAXoECA YQAg#v=onepage&q&f=false>

Pereyra, L. (2020). *Capacitación en administración II (módulo II)*. Klik.

[https://www.google.com.pe/books/edition/Capacitaci%C3%B3n\\_en\\_administraci%C3%B3n\\_II\\_m%C3%B3dulo\\_II/pfs8EAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0](https://www.google.com.pe/books/edition/Capacitaci%C3%B3n_en_administraci%C3%B3n_II_m%C3%B3dulo_II/pfs8EAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0)

Peters, C. (2022). ¿Cuáles son las principales empresas de alquiler de América Latina?

Construcción Latinoamérica. Recuperado de:

<https://www.construccionlatinoamericana.com/news/-cuales-son-las-principales-empresas-de-alquiler-de-america-latina-/8022808.article>

Ramírez, Y. (2022). Presentan proyecciones sobre la industria del alquiler de maquinaria pesada móvil en el Perú. Perú Construye.

<https://peruconstruye.net/2022/08/10/proyecciones-industria-alquiler-de-maquinaria-pesada-peru/>

Rodas, M. (2013). *Propuesta de mejora en la gestión logística operativa de la empresa Transportes Línea S.A., para reducir los costos logísticos*. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6402>

Salazar, E. (2022). Reactivación económica en sectores clave se replica sobre alquileres de maquinaria pesada. La República.

<https://larepublica.pe/economia/2022/08/09/reactivacion-economica-en-sectores-clave-se-replica-sobre-alquileres-de-maquinaria-pesada/>

Sánchez, E. (2021). *Gestión de proveedores*. Ediciones Paraninfo S.A.

[https://www.google.com.pe/books/edition/Gesti%C3%B3n\\_de\\_proveedores/nBQZEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0](https://www.google.com.pe/books/edition/Gesti%C3%B3n_de_proveedores/nBQZEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0)

Silvera, R. (2020). *Gestión logística internacional*. Ecoe Ediciones. ISBN 9789587719437, 9587719433.

[https://www.google.com.pe/books/edition/Gesti%C3%B3n\\_log%C3%ADstica\\_internacional/ZzRCEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0](https://www.google.com.pe/books/edition/Gesti%C3%B3n_log%C3%ADstica_internacional/ZzRCEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0)

Strohmandl, J., Kalupová, B., Rejzková, K., y Tomek, M. (2021). Propuesta de flujo de material y adecuaciones al sistema de almacenamiento de un proveedor de servicios externo. *Open Engineering*, 11(1), 948 – 955. <https://doi.org/10.1515/eng-2021-0098>

Tong, J. (2018). *Finanzas empresariales: la decisión de inversión*. Universidad del Pacífico.

ISBN 9789972573880.<https://books.google.com.pe/books?id=eaROEAAAQBAJ&pg=PT127&dq=cok+costo+de+oportunidad+del+capital&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiN0YL6gLj5AhVNKLkGHQtmBHY4FBD0AXoECAkQAg#v=onepage&q=tasa%20interna%20de%20&f=false>

Vargas, Y. (2018). *Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para reducir los costos de mantenimiento de la Empresa Aldodiego & Co. S.R.L., 2018.*

[Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte].  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31532/vargas\\_yy.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31532/vargas_yy.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



“Propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento para reducir los costos operativos en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Trujillo 2023”.

## **ANEXOS**

Anexo 1: Matriz de Consistencia

| PROBLEMA  | HIPOTESIS   | OBJETIVOS   | VARIABLES           | METODOLOGIA                  | POBLACION  |
|---|---|---|---------------------|------------------------------|--|
| ¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento sobre los costos operativos en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Trujillo 2023? | La propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento reduce los costos operativos en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Trujillo 2023. | Objetivo General:   | V.                  | <b>Tipo de Investigación</b> | Todos los procesos de la empresa de alquiler de maquinaria pesada. |
|   |   | Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento sobre los costos operativos en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Trujillo 2023. | -                   | Cuantitativa.                |  |
|   |   | Objetivos específicos   | V.                  | <b>Diseño:</b>               |  |
|   |   | - Realizar el diagnóstico de la situación actual de las áreas de logística y mantenimiento de la empresa de alquiler de maquinaria pesada.  | - Costos operativos | Diagnóstica y propositiva    |  |
|   |   | - Desarrollar la propuesta de mejora la gestión logística y   |                     | <b>Técnica:</b>              |  |
|   |   |   |                     | -Análisis documental         |  |

“Propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento para reducir los costos operativos en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Trujillo 2023”.

mantenimiento de la empresa de alquiler de maquinaria pesada.

- Realizar una evaluación económica de la propuesta de mejora.

- Observación

- Encuesta

**Instrumento:**

- Guía de análisis de documentos

- Ficha de observación

**MUESTRA**

- Cuestionario

**Método de análisis de datos**

Los procesos de logística y mantenimiento de la empresa de alquiler de maquinaria pesada.

- Ishikawa

- Diagrama de Pareto.

- Matriz de Indicadores.

Anexo 2: Operacionalización de variables

| VARIABLES   | DEFINICION CONCEPTUAL   | DEFINICION OPERACIONAL  | DIMENSIONES                 | INDICADORES   | ESCALA DE MEDICION |
|---|---|---|-----------------------------|---|--------------------|
| <b>V.<br/>Independiente:</b><br><br>Gestión logística y mantenimiento | La gestión logística es un procedimiento de múltiples etapas que abarca muchos aspectos diferentes de la función logística. Es esencial para el funcionamiento eficaz de la cadena de suministro y de todos los procesos que la integran y están relacionados con ella, por lo que se ha convertido en un componente indispensable en la prestación de servicios y el suministro de bienes. (Calzado, 2020).<br><br>La gestión del mantenimiento implica vigilar los activos de la empresa y controlar las tareas de mantenimiento. (Arango, et. al, 2020). | Observable en términos de cómo influyen diversas circunstancias externas en la gestión logística de la empresa de alquiler de maquinaria pesada.<br><br>Variable que puede medirse examinando los elementos que influyen en el mantenimiento de los | Gestión de stock            | N° de despachos no atendidos por falta de stock x 100% / N° de despachos totales          | Razón              |
|   |   |   | Gestión de proveedores      | N° de entregas realizados por los proveedores con retraso x 100% / N° de entregas totales | Razón              |
|   |   |   | Capacitación en Logística   | N° de operarios de logística capacitados *100% / N° total de operarios de logística       | Razón              |
|   |   |   | Disponibilidad              | MTBF X 100% / (MTTR+MTBF)   | Razón              |
|   |   |   | Gestión de la documentación | N° equipos documentados x 100% / N° Total de equipos                                      | Razón              |

“Propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento para reducir los costos operativos en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, Trujillo 2023”.

|                     |   | equipos de la empresa.                       | Capacitación en mantenimiento | N° de operarios de mantenimiento capacitados *100% / N° total de operarios de mantenimiento | Razón |
|---------------------|---|--|-------------------------------|---|-------|
| <b>V.</b>           | En pocas palabras, son el dinero que se gasta en mantener una   | Variable medible                             |                               |   |       |
| <b>Dependiente:</b> | empresa en funcionamiento. Es decir, los gastos incluyen el alquiler  | hallando la variación                        |                               | Reducción de costos   |       |
| Costos operativos   | de una oficina, el pago a los empleados, las prestaciones, la realización de ventas y el arreglo de equipos averiados. (Quito, 2017). | de los costos (antes y después de la mejora) | Reducción de costos           | x 100%/ Costo inicial.  | Razón |

### Anexo 3: Estudio de tiempos del cambio de aceite

| Elementos | Descripción  | TIEMPO (MINUTOS) |     |     |     |     |     |     |     |     |                                       |     |     |     |     |              | TIEMPO PROMEDIO | VALORACIÓN (%) | TIEMPO BÁSICO | SUPLEMENTOS | Actual                    | Con la propuesta          |
|-----------|--|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|--------------|-----------------|----------------|---------------|-------------|---------------------------|---------------------------|
|           |  | 1                | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10                                    | 11  | 12  | 13  | 14  | 15           |                 |                |               |             | TIEMPO ESTANDAR (MINUTOS) | TIEMPO ESTANDAR (MINUTOS) |
| 1         | Después de apagar el coche, coloque debajo un recipiente para recoger el aceite. | 4.8              | 4.8 | 4.4 | 4.4 | 4.2 | 5.2 | 4.4 | 3.4 | 4.4 | 4.1                                   | 4.4 | 3.4 | 5.4 | 4.4 | 3.4          | 4.33            | 75             | 3.25          | 0.29        | 3.54                      | 3.54                      |
| 2         | Para rellenar, quite el tapón Retire el tapón de vaciado de aceite               | 2.4              | 3.4 | 2.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 3.0 | 2.0 | 3.0 | 2.0                                   | 3.0 | 2.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0          | 2.45            | 100            | 2.45          | 0.22        | 2.67                      | 1.22                      |
| 3         | del cárter y vacíe completamente el aceite.                                      | 5.3              | 4.3 | 4.9 | 3.9 | 3.9 | 4.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9                                   | 3.9 | 3.9 | 4.9 | 3.9 | 3.9          | 4.21            | 100            | 4.21          | 0.38        | 4.59                      | 4.59                      |
| 4         | Instale una junta nueva en el tapón de vaciado. Fuerza de giro de 30 Nm          | 3.2              | 3.2 | 2.8 | 2.8 | 4.0 | 3.4 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8                                   | 2.8 | 3.4 | 3.4 | 2.8 | 2.8          | 3.04            | 100            | 3.04          | 0.27        | 3.31                      | 1.60                      |
| 5         | Retire el tapón, vierta 9 galones de aceite 25w60 y compruebe el nivel.          | 9.0              | 9.8 | 8.6 | 9.4 | 8.7 | 9.1 | 8.8 | 9.4 | 8.8 | 9.4                                   | 9.4 | 8.7 | 9.1 | 8.8 | 9.4          | 9.08            | 75             | 6.81          | 0.61        | 7.42                      | 7.42                      |
| 6         | Gire la llave y compruebe si hay fugas cerca del cárter y el filtro del motor.   | 4.5              | 4.6 | 4.1 | 4.3 | 4.4 | 3.8 | 4.4 | 4.5 | 4.4 | 4.5                                   | 4.3 | 4.4 | 3.8 | 4.4 | 4.5          | 4.32            | 75             | 3.24          | 0.29        | 3.54                      | 3.54                      |
|           |  |                  |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>TIEMPO CICLO POR MANTENIMIENTO</b> |     |     |     |     | <b>25.07</b> | <b>21.92</b>    |                |               |             |                           |                           |

Anexo 4: Formato de ficha técnica

| <b>FICHA TÉCNICA</b>   |                     |             |
|------------------------|---------------------|-------------|
| <b>DATOS GENERALES</b> |                     | <b>FOTO</b> |
| Nombre                 |                     |             |
| Marca                  |                     |             |
| Modelo                 |                     |             |
| Año de fabricación     |                     |             |
| Código                 |                     |             |
| <b>CARACTERÍSTICAS</b> | Dimensiones totales |             |
|                        | Potencia            |             |
|                        | Combustible         |             |
|                        | Peso                |             |
|                        | Presión             |             |
| Elaborado por:         | Fecha:              |             |
| Aprobado por:          | Fecha:              |             |

Anexo 5: Formato de Orden de Trabajo

| <b>FORMATO ORDEN DE TRABAJO</b> |                        |           |                |               |          |
|---------------------------------|------------------------|-----------|----------------|---------------|----------|
| Elaborado por: _____            |                        |           |                | Fecha: _____  |          |
| Nombre del equipo: _____        |                        |           |                | Código: _____ |          |
| Tipo de mantenimiento: _____    |                        |           |                | N° OT: _____  |          |
| #                               | Detalle de actividades | Ubicación | Hora de inicio | Hora de fin   | Recambio |
|                                 |                        |           |                |               |          |
|                                 |                        |           |                |               |          |
|                                 |                        |           |                |               |          |
|                                 |                        |           |                |               |          |
| <b>Estado final del equipo</b>  |                        |           |                |               |          |
| Revisado por: _____             |                        |           |                | Firma: _____  |          |



Anexo 6: Formato de ejecución de mantenimiento preventivo

| <b>FICHA DE EJECUCIÓN DEL MANT. PREVENTIVO</b>   |                 |   |
|--|-----------------|---|
| MAQUINARIA/EQUIPO  | FECHA DE INICIO | FECHA DE FIN                            |
|  | / /             | / /                                     |
| RESPONSABLE  | N° DE HORAS     | N° DE FICHA                             |
|  |                 |   |
| <p><b>¿Se hallaron desperfectos o alguna anomalía?</b></p> <p>No <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/></p> <p>Si la respuest fue Sí, describa lo hallado: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>                       |                 |   |
| <p><b>¿Solo se realizaron las actividades planificadas?</b></p> <p>No <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/></p> <p>Si la respuest fue No, describa las actividades adicionales: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> |                 |   |
| CALIFICACIÓN DEL M.A. REALIZADO POR OPERACIONES  |                 |   |
| <input type="checkbox"/>   | Excelente:      | El equipo en excelente estado           |
| <input type="checkbox"/>   | Bueno:          | El equipo no presenta daños mayores     |
| <input type="checkbox"/>   | Regular:        | El equipo tiene un desgaste promedio    |
| <input type="checkbox"/>   | Deficiente      | El equipo no se encuenra en buen estado |
| <input type="checkbox"/>   | Pésimo          | El equipo tiene daños y desgaste mayor  |

Anexo 7: Formato de registro de fallas

| <b>FORMATO REGISTRO DE FALLA</b> |               |                     |                       |                    |                 |
|----------------------------------|---------------|---------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|
| Elaborado por: _____             |               |                     |                       | Fecha: _____       |                 |
| Nombre del equipo: _____         |               |                     |                       | Código: _____      |                 |
| <b>Detalle de la falla</b>       | <b>Origen</b> | <b>Consecuencia</b> | <b>Hora de inicio</b> | <b>Hora de fin</b> | <b>Recambio</b> |
|                                  |               |                     |                       |                    |                 |
|                                  |               |                     |                       |                    |                 |
|                                  |               |                     |                       |                    |                 |
|                                  |               |                     |                       |                    |                 |
|                                  |               |                     |                       |                    |                 |
| Revisado por: _____              |               |                     | Firma: _____          |                    |                 |

Anexo 8: Encuesta para la capacitación

**ENCUESTA DE SATISFACCIÓN**

Nombre y apellido: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**¿Cuánto tiempo esperó para que empiece la capacitación?**

- (-) de 5 minutos
- 10 minutos
- 15 minutos
- (+) de 20 minutos

**Califica de acuerdo a tu experiencia**

|                                      | Malo                     | Regular                  | Bueno                    | Excelente                |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| - Lugar de capacitación              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Material de capacitación           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Comunicación y dominio del ponente | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Calidad de información             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Puntualidad                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Fomenta la participación           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**OBSERVACIONES/SUGERENCIAS**