

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PROPUESTA DE MEJORA EN LAS ÁREAS DE  
MANTENIMIENTO Y LOGÍSTICA PARA  
INCREMENTAR LA RENTABILIDAD EN UNA  
EMPRESA DE SERVICIO DE TRANSPORTE DE  
CARGA PESADA EN LA CIUDAD DE TRUJILLO-  
2020”

Tesis para optar al título profesional de:

**INGENIERA INDUSTRIAL**

**Autoras:**

Angie Jhoseline Horna Fernandez

Laura Massiel Yupanqui Lavado

**Asesor:**

Ing. Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera

<https://orcid.org/0000-0001-6804-5852>

Trujillo - Perú

### JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Ing. Cesar Enrique Santos Gonzales	41458690
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 2	Ing. Luis Alfredo Mantilla Rodríguez	18066188
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 3	Ing. Julio Cesar Cubas Rodríguez	17864776
	Nombre y Apellidos	N° DNI

## **DEDICATORIA**

“A Dios, por ser nuestra fuerza e inspiración y guiarnos en cada uno de nuestros sueños. A nuestros padres y hermanos por ser los pilares esenciales en todo lo que somos, por brindarnos su amor, apoyo incondicional en cada etapa de nuestras vidas y darnos un ejemplo maravilloso de superación y entrega.”

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos agradecer en primer lugar a Dios por todo lo bueno que nos puso en el camino, a nuestros padres por acompañarnos y ayudarnos a cumplir nuestros sueños, los que nos harán la vida más viable y asumimos el compromiso de retornar con creces su esfuerzo inagotable. Han sido, son y serán la fuente de inspiración para ejercer la profesión que hemos escogido.

**Tabla de contenido**

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
<b>1.1. Realidad problemática</b>	<b>12</b>
1.1.1. Antecedentes de la Investigación	16
1.1.2. Bases Teóricas:	20
<b>1.2. Formulación del problema</b>	<b>28</b>
<b>1.3. Objetivos</b>	<b>29</b>
1.3.1. Objetivo general:	29
1.3.2. Objetivos específicos:	29
<b>1.4. Hipótesis</b>	<b>29</b>
<b>1.5. Justificación</b>	<b>29</b>
<b>1.6. Aspectos Éticos</b>	<b>30</b>
<b>1.7. Variables</b>	<b>30</b>

<b>1.8. Operacionalización de variables:</b>	<b>32</b>
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b>	<b>33</b>
<b>2.1. Tipo de Investigación</b>	<b>33</b>
<b>2.2. Población y muestra</b>	<b>33</b>
<b>2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos</b>	<b>33</b>
<b>2.4. Procedimiento</b>	<b>33</b>
<b>2.5. Diagnóstico de problemáticas principales</b>	<b>37</b>
<b>2.6. Identificación de indicadores</b>	<b>41</b>
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	<b>87</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>92</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>98</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>102</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 <i>Operacionalización de variables</i> .....	32
Tabla 2 Matriz de Priorización de las Causas Raíz - Mantenimiento.....	38
Tabla 3 Matriz de Priorización de las Causas Raíz - Logística .....	40
Tabla 4 <i>Matriz de Indicadores - Mantenimiento</i> .....	41
<i>Tabla 5</i> Matriz de indicadores - Logística .....	42
Tabla 6 <i>Perdida por mala planificación de mantenimientos preventivos</i> .....	44
Tabla 7 <i>Inventario Y Codificación De Los Equipos</i> .....	46
Tabla 8 <i>Indicadores de mantenimiento después de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo</i> .....	52
Tabla 9 <i>Perdida por falta de documentación</i> .....	54
Tabla 10 <i>Costo después de la implementación de documentación en el área de mantenimiento</i> .....	58
Tabla 11 Personal Capacitado en Mantenumieto Preventivo .....	59
Tabla 12 <i>Costo por mantenimiento externo</i> .....	59
Tabla 13 <i>Cronograma de capacitación</i> .....	60
Tabla 14 <i>Reducción de costo de mantenimiento externo</i> .....	60
Tabla 15 <i>Perdidas por ausencia de un procedimiento de compra de repuestos</i> .....	62
Tabla 16 <i>Pérdidas después de la aplicación del estandar de procesos de compra</i> .....	65
Tabla 17 <i>Sobre costos de repuestos</i> .....	66
Tabla 18 <i>Utilización de repuestos por mes</i> .....	67
Tabla 19 <i>Clasificación ABC</i> .....	67
Tabla 20 <i>Costo de personal</i> .....	75
Tabla 21 <i>Costo por ubicar material</i> .....	75

Tabla 22 Costo total por despacho de materiales.....	76
Tabla 23 Temario de capacitación .....	78
Tabla 24. Costo de Materiales .....	82
Tabla 25 Costo de Herramientas.....	83
Tabla 26 Inversión de Plan de Capacitación.....	83
Tabla 27 Inversión Materiales Plan de Capacitación.....	84
Tabla 28 Costo Clasificación ABC.....	84
Tabla 29 Costo Capacitación ABC.....	85
Tabla 30 Plan de capacitación 5'S.....	86
Tabla 31 Flujo de caja proyectado .....	87
Tabla 32 Estado de Resultados .....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Participación minera en el PBI.....	12
Figura 2 <i>Organigrama de la empresa</i> .....	34
Figura 3 Distribución de la Empresa .....	35
Figura 4 Diagrama de Proceso productivo de la Empresa.....	36
Figura 5 Ishikawa – Mantenimiento .....	37
Figura 6 Diagrama Causa - Efecto - Mantenimiento .....	38
Figura 7 <i>Ishikawa – Logística</i> .....	39
Figura 8 Diagrama Pareto de las causas raíces - Logística.....	40
<i>Figura 9 Plan de mantenimiento propuesto para los volquetes</i> .....	47
<i>Figura 10 Programa de Mantenimiento</i> .....	49
<i>Figura 11 Programación de engrases</i> .....	50
Figura 12 <i>Check list pre-uso de equipos</i> .....	55
<i>Figura 13 Solicitud de mantenimiento</i> .....	56
<i>Figura 14 Orden de trabajo</i> .....	57
Figura 15 Cabecera, Descripción Y Solicitante.....	63
Figura 16 Datos del material.....	63
Figura 17 Cantidades y Fechas .....	63
Figura 18 Valoración .....	64
Figura 19 Área y/o persona solicitante .....	64
Figura 20 Status de liberación.....	64
Figura 21 Lugar de entrega.....	65
Figura 22 .....	68
Figura 23 Tarjeta roja.....	76

Figura 24 Lista de materiales .....	77
Figura 25 Formato de control de limpieza .....	79
Figura 26 Check list 5´s .....	79
Figura 27 Pérdida por Mala planificación de los mantenimientos Actual vs Con la propuesta .....	89
Figura 28 Pérdida por falta de documentación del área de mantenimiento Actual vs Con la propuesta .....	89
Figura 29 Falta de capacitación de operadores y mecánicos Actual vs Con la propuesta .....	90
Figura 30 Ausencia de estandarización de procesos de compra Actual vs Con la propuesta .....	90
Figura 31 Ausencia de gestión de control de inventario Actual vs Con la propuesta .....	91
Figura 32 Falta de orden y limpieza en almacén Actual vs Con la propuesta .....	91

## RESUMEN

La presente tesis se desarrollo en una empresa de servicio de transporte de carga pesada en la ciudad de Trujillo, con el objetivo de icrementar su rentabilidad.

Se realizó el diagnóstico de la situación actual de las áreas de mantenimiento y logística, teniendo como principales causas raíces: mala planificación de los mantenimientos preventivos, falta de documentación del área de mantenimiento, falta de capacitación a operadores y mecánicos, ausencia de estandarización en procesos de compra, ausencia de gestión en el control de inventario y falta de orden y limpieza en el almacén. Obteniendo una rentabilidad del 9% y una pérdida de \$997,756.

Se aplicaron herramientas como plan de mantenimiento preventivo, gestión de documentación, plan de capacitación en mantenimiento, estandarización de procesos de compra, clasificación ABC y 5’S. Estas propuestas de mejora lograron reducir las pérdidas a \$573,111, teniendo un beneficio de \$424,645.

Por último se tuvo un incremento en la rentabilidad, pasando de un 9% a un 14%, realizando la evaluación económica obteniendo un VAN de \$190,224.03 y un TIR: 31%, lo que nos indica que la propuesta es rentable.

**PALABRAS CLAVES:** Mantenimiento Preventivo, Logística, Clasificación ABC, 5’S, Rentabilidad

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la última década las diferentes organizaciones han ido emergiendo de acuerdo con el entorno en el que le toca crecer, es muy común que las empresas busquen obtener una ventaja competitiva que les proporcione prestigio y confiabilidad, desarrollando habilidades para poder adaptarse a cualquier situación. Es así como cada una de estas idean alternativas para reducir gastos, financieras, reordenar procesos; todo esto con el objetivo de poder optimizar recursos y llevar su economía al éxito.

El constante crecimiento de la minería, hace que sus requerimientos de trabajo sean cada vez mayores, debido a esto, las empresas que les brindan el servicio de transporte de carga pesada les garanticen rendimiento, eficiencia y bajos costos. Los volquetes o camiones deben permitirle al cliente optimizar sus recursos, llegando a todas las zonas en donde se realice la operación con la mayor carga útil y con la máxima seguridad (Rumbo Minero, 2021).

De acuerdo al Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), en 2020, la actividad minera presentó el 9% de del PBI de ese año. Asimismo, entre los años 2010 y 2020 tuvo un crecimiento acumulado de 25.7% (BCRP, 2020)

*Figura 1 Participación minera en el PBI*



Fuente: Banco Central de Reserva del Perú.

De acuerdo a la Dirección de Promoción Minera del Ministerio de Energía y Minas (Minem), la región La Libertad es el primer lugar de producción aurífera a nivel nacional con un 24.8% de participación. La minería constituye uno de los principales motores de la economía y el desarrollo de la región y se busca generar espacios donde propiciar y fortalecer la formalidad y responsabilidad social del empresariado del sector minero. (Cámara de Comercio de La Libertad, 2019).

Las empresas mineras con el fin de centrar toda su atención en las tareas que incrementen su rendimiento y productividad, delegan ciertos procesos de producción a contratistas mineros ofrecen una variedad de trabajos y servicios dentro de una operación. (Rumbo Minero, 2020). Estas contratistas deben tener gran cantidad de equipos, materiales y recursos para poder cumplir con las exigencias de la empresa minera. Los equipos son usados los 365 días del año, las 24 horas del día (turno día y noche), con 1 hora de descanso por turno. Debido a esto los equipos deben cumplir con una disponibilidad diaria mínima de 85% y en caso no sea cumplida los equipos no serán programados en el siguiente turno.

La empresa inició operaciones el 06 de enero de 1997 en la ciudad de Trujillo, con tres volquetes de 15 toneladas los cuales eran alquilados principalmente para el transporte de material y carga pesada en canteras y contratistas mineros, con el pasar del tiempo decidieron brindar directamente sus servicios a minas de diferentes partes del Perú. A medida que fueron creciendo adquirieron más equipos y de mayor capacidad, con el fin de poder ofrecer un mejor servicio a sus diferentes clientes. En la actualidad se encuentra trabajando para la SUMMA GOLD CORPORATION la cual tiene sus operaciones en la unidad minera el Toro en el departamento de la libertad, cuenta con 20 volquetes marca Volvo, modelo FMX540, los cuales son idóneos para el lugar de trabajo, estos se encargan de realizar el transporte de carga pesada

ya sea desmante o mineral, y descarga de material en donde los controladores de mina se lo ordenen a los operadores. Trabajan dos turnos diarios (Día y Noche) cada uno de 10 horas diarias y una hora adicional para su descanso. Es por esto que a todos los equipos se les debe de estar inspeccionando diariamente para que no tengan fallas imprevistas, asimismo deben contar con un plan de mantenimiento preventivo riguroso que permita que estos no se devalúen con antelación.

Debido a el mal estado de las vías, las condiciones climáticas adversas (lluvia y polvo) lo que genera que los equipos fallen constantemente, aumentando los tiempos muertos, por lo que la disponibilidad de estos se reduce. Del mismo modo el proceso logístico no es eficiente, no hay un control adecuado de los inventarios, el almacén se encuentra desordenado, no hay un proceso de compra adecuado y no se registra ningún ingreso ni salida de repuestos. Por todo lo mencionado anteriormente genera una rentabilidad baja del 9%.

La empresa no tiene una adecuada gestión de mantenimiento lo que genera:

Debido a la falta de un adecuado plan de mantenimiento preventivo, se reportaron en los meses de agosto a noviembre un total de 1223 fallas con un tiempo total de reparación de 12981.75 horas, lo que significa una pérdida total de \$746,987.40.

Por otro lado, ya que no existe un historial de los mantenimientos de los equipos y los operadores no tienen un documento donde reportar las fallas que encuentran en los equipos al momento de iniciar sus guardias, hay tiempos perdidos que generan una pérdida de \$30,575.00.

Asimismo, ya que no se ha capacitado debidamente al personal de mantenimiento para poder brindar un adecuado mantenimiento preventivo a los equipos, del total de horas de

mantenimiento, 8433.81 horas fueron atendidas de manera externa; lo que representa un costo total de \$84,338.14.

En cuanto al área de logística no es manejada adecuadamente por lo cual trae pérdidas monetarias:

La empresa no cuenta con un procedimiento de compras para la adquisición de repuestos, usando criterios muy básicos para la elección de repuestos, es así que en caso el proveedor elegido para el despacho de la pieza, material o herramienta no cumple, genera una compra de emergencia, esto ocasiona una pérdida de \$18 621.00.

Del mismo modo los criterios para mantener los inventarios apropiados a la fecha aún no se gestiona un orden correcto; esto genera que no se tenga un registro adecuado, ocasionando que las entradas y salidas de los repuestos no sean sinceradas, ya que no se sabe con total claridad la cantidad de repuestos que se encuentran en el almacén generando una pérdida de \$30,575.00.

Por último, en el almacén se observa que los materiales y/o repuestos para la atención de posibles mantenimientos no se encuentran específicamente rotulados, ni debidamente ordenados, esto genera que el personal a despachar materiales tenga mayor tiempo en la búsqueda de estos teniendo una pérdida de \$3,573.86

### **1.1.1. Antecedentes de la Investigación**

#### **1.1.1.1. Antecedente internacional**

**Carrillo (2019) “LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO Y LA DISPONIBILIDAD EN LA MAQUINARIA PESADA DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN MERA” Universidad Tecnológica Indoamerica, Ambato, Ecuador.**

Su estudio tuvo como objetivo evaluar la gestión de mantenimiento y disponibilidad de la maquinaria pesada del GAD Municipal del cantón Mera, identificando como problemática las paradas inesperadas de la maquinaria, causadas por la inadecuada gestión de mantenimiento, para darle solución realizaron entrevistas al personal encargado de la supervisión de equipos, revisando el historial de órdenes de trabajo y de los manuales de cada equipo. Tomaron datos de la disponibilidad de las horas totales de mantenimiento y horas de operación del periodo 2014-2018, para una población total de 13 máquinas, en promedio la disponibilidad fue de 98,08%. Pese a que la gestión del mantenimiento no es óptima, la maquinaria se encontró en operaciones normales, ya que ninguna presentó disponibilidades inferiores al 97%.

**Rizzo (2019) “PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VEHICULOS Y MAQUINARIA PESADA PARA LA EMPRESA DE TRANSPORTE Y SERVICIOS DE COLOMBIA TRASERCOL S.A.S, UBICADA EN SAN MARTIN-CESAR” Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña, Ocaña, Colombia.**

Su investigación tuvo como finalidad elaborar un plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada, buscando implementar hojas de vida, fichas técnicas, actividades de mantenimiento, ordenes de trabajo, reportes de mantenimiento, soportes de mantenimiento, entre otros. Para esto, reconocieron el área de mantenimiento del total de equipos operativos

de la empresa, se realizó el diagnóstico del estado actual de cada uno de los vehículos, usando los manuales del fabricante para poder proponer establecer un cronograma y plan de mantenimiento que permita establecer un estándar para la ejecución de cada uno de los mantenimientos. Lograron reducir el tiempo entre paradas de los equipos, tiempo de reparación y costo de mano de obra.

### **1.1.1.2. Antecedente Nacional**

**Campos (2018) “Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo centrado en la Confiabilidad para incrementar la Rentabilidad en la empresa de transporte Sayvan E.I.R.L.” Universidad Católica Santo Toribio de Morgrovejo, Chiclayo, Perú.**

En su investigación, propone la implementación de un nuevo plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la rentabilidad de la empresa Sayvan E.I.R.L. Realizó el diagnóstico de la empresa en el área de mantenimiento observando la situación actual de cada uno de los equipos con los que esta cuenta, evaluando así el nivel de ventas de la empresa, el cual con el pasar de los años ha fue disminuyendo. Con la ayuda de los indicadores de mantenimiento, de acuerdo al tiempo promedio entre fallas y el tiempo promedio de reparación, para así obtener la disponibilidad de los volquetes, con 24%, 29%, 35%, 42%, 43%, 71% y 47%; esto genera un costo de mantenimiento correctivo de S/ 197 020.88. En el año 2016 se identificó en total 1 328 paradas con 2 957 horas, determinando que el volquete 6 es el más confiable con 133 fallas y para que suceda la parada tienen que pasar 19.5 horas. A través de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo la disponibilidad de los equipos incrementó a 76.85% incrementando la cantidad de viajes al año a 142. Las actividades del plan de mantenimiento preventivo permitieron incrementar la rentabilidad en un 36.4%, incrementado los ingresos de la empresa a S/ 2 373 009.83, teniendo una ganancia al año de S/ 563 279.61

**Ramos (2010) “Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C” Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.**

Su investigación tuvo como objetivo general la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Atlanta Metal Drill, en la cual aumenta la disponibilidad operacional de los equipos de manera eficiente y segura. Donde recopiló información de los tiempos de fallas en 23 máquinas, dichas máquinas fueron sometidas a un análisis de criticidad.

Obteniendo como resultados que los tiempos para reparar y la cantidad de fallas se tomaron en un periodo de un año, con un jornal de 8 a 6 horas a la semana, con 2304 horas promedio de operación promedio de operación de las maquinas del taller de maestranza en el periodo 2016. Se tomaron 23 máquinas en total, que según el análisis de criticidad quedaron solo 4, estas necesitaban un mejor monitoreo y programación de mantenimiento preventivo. Se logró aumentar la disponibilidad con la mejora del plan de mantenimiento preventivo, siendo la disponibilidad 85.01% antes de la aplicación de la herramienta, aumentando en prácticamente 10%, siendo esta 95.08%.

Concluyendo que con la implementación del plan de mantenimiento preventivo se disminuyeron los costos por mantenimiento no planificado de S/ 99 471 a S/ 38 659, ahorrando de esta manera S/ 60 812 esto representa 61.14% de los costos iniciales

### **1.1.1.3 Antecedente Local**

**Calderón (2018) “Propuesta De Mejora En La Gestión Logística Del Mantenimiento Preventivo De Equipos De Bombeo Vertical Tipo Turbina Para Reducir**

**Los Costos Operativos De La Empresa Cartavio S.A.A.”, Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.**

En su investigación obtuvo como diagnóstico la deficiencia de mano de obra, materiales, maquinaria, métodos y medio ambiente priorizados por calificación, cada problema obtuvo una causa raíz las cuales sirvieron de guía para implementar la propuesta de mejora.

Para poder darle solución a las causas raíces, usó herramientas de ingeniería como: Clasificación ABC, esta herramienta contribuyó a la disminución de falta de stock en su inventario debido a la criticidad de los repuestos, debido a que el área encargada no tiene previsto un stock de seguridad para realizar los mantenimientos, con la aplicación de la herramienta generó que los costos de reaprovisionamiento de materiales disminuya de S/ 32,445.42 a S/ 14,544.50, con un costo de implementación de S/ 3,450.00.

Del mismo modo aplicó la herramienta 5'S, la cual sirvió para poder tener un mejor control del almacén cuidando su organización, limpieza, cantidad de repuestos, materiales e insumos. Lo cual ocasionaba que tenga una pérdida de S/ 35,789.98, lo que después de la implementación de la herramienta se redujo a S/ 13,421.24; el coste de implementación de esta fue de S/ 5,580.00.

**Olivares & Tam (2017) “Propuesta De Un Sistema De Mantenimiento Y Logística Para Incrementar La Rentabilidad De La Empresa Transportes Rodrigo Carranza S.A.C” Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.**

En su investigación tiene por objetivo aumentar la rentabilidad de la empresa TRC S.A.C. mediante herramientas de mantenimiento y logística. Encontrando como las principales causas raíces la falta de mantenimiento preventivo, tiempos muertos en el área de logística por las demoras en las entregas de repuestos. Elaborando así un sistema de mantenimiento y logística, basado en la aplicación del mantenimiento predictivo, proceso de selección de

proveedores, selección de repuestos críticos, además determinó la cantidad de éstos en almacén en función a la tasa de fallas. Realizando una evaluación económica – financiera obteniendo un VAN de S/ 386 968.00, un TIR de 25.7% y un B/C de 1.14 lo cual indica que el proyecto es rentable

Por otra parte, Perales, Alvarado, Hermosillo, Márquez & Vega (2019) nos explica que la rentabilidad se puede medir de muchas formas diferentes; en unidades monetarias, en porcentaje o en el tiempo que tarda o que se requiere para la recuperación de la inversión, entre otras. Todas estas se basan en el concepto del valor tiempo del dinero, que considera que siempre existe un costo asociado a los recursos que se utilizan.

### **1.1.2. Bases Teóricas:**

#### **5’S**

Según Cuatrecasas (2010), las 5S’s son 5 aspectos básicos para el desarrollo de las actividades de los procesos de producción y de mantenimiento, con la máxima eficiencia y rapidez. Al implementar esta metodología a una empresa, se busca cero defectos, cero accidentes, cero despilfarros y cero averías. Son 5 términos de origen japonés:

#### **SEIRI (organización o clasificación)**

Esta “S” busca eliminar todos aquellos elementos que impiden trabajar óptimamente en el área de trabajo; es decir se debe eliminar aquellos materiales dañados u obsoletos que ya no tienen uso y que aún se encuentran mezclados junto con otros materiales que se utilizan diariamente. Se pretende separar lo necesario de lo innecesario en las cantidades adecuadas.

#### **SEITON (orden)**

Una vez implementado la primera “S”, el siguiente paso es ordenar los materiales que más se utilizan en el área de trabajo, de tal forma que cualquier persona, no específicamente la que se desempeña en esa área, los pueda encontrar, usar y guardar fácilmente. Si cada material está en su lugar, permite que se eliminen las pérdidas de tiempo, ya que el operario no se pasaría horas y horas buscando una herramienta específica. El orden de las herramientas se basa en diversos criterios, según la calidad, rotación, uso, entre otros; sin embargo, el objetivo sigue siendo el mismo, ordenar de tal forma que la ubicación sea fácil de encontrar y el uso sea rápido.

### **SEISO (Limpieza)**

Según Cuatrecasas (2010), la limpieza junto con las anteriores “S” serán la clave del éxito para una optimización, simplificación y estandarización de los deberes que tiene el operario, permitiendo que cada área tenga un mayor grado de autonomía, y por ende se mejore la eficiencia del proceso y los resultados en la empresa. La limpieza ayuda a identificar que las herramientas, máquinas o puestos de trabajo estén en buenas condiciones para ser utilizadas, y que éstas no dañen al producto que se está procesando. Es por ello que se considera a la limpieza como inspección, debido a que se puede detectar con facilidad si existe alguna avería, desgaste, entre otro.

### **SEIKETSU (estandarización)**

Una vez implementado las 3S's, se procede a crear un cronograma, es decir crear un estándar que permita que éstas se sigan cumpliendo, en el cual se asignará roles a cada personal encargado de un área específica. Cabe resaltar que este estándar deberá ser colocado en un lugar visible y ser legible.

### **SHITSUKE (disciplina)**

La última “S” a implementar es el de la disciplina, la cual busca que el estándar propuesto se practique o se lleve a cabo. Es en esta S en la cual se capacita a todo el personal para que cumplan correctamente todo lo estipulado en el estándar, y así mejorar la productividad, la rapidez, los costos, la calidad, entre otros beneficios.

### **Objetivos**

El objetivo de aplicar esta metodología es que las personas que trabajan en la empresa puedan realizar un trabajo más eficiente y uniforme.

### **Beneficios**

- ✓ Los beneficios que ofrece esta metodología son:
- ✓ Mayores niveles de seguridad, disminución de accidentes.
- ✓ Eliminar las actividades que no agregan valor.
- ✓ Asegurar la eficiencia de la calidad y mejorar la productividad.
- ✓ Disminuir los desperdicios.
- ✓ Mejorar el ambiente de trabajo

### **Clasificación ABC**

En el método ABC se establecen tres categorías que clasifican los productos según sus prioridades, estableciéndose los Artículos A (mayor importancia), los B (importancia secundaria) y C (poca importancia). Sin embargo, lo más relevante de la clasificación es la identificación de los artículos de mayor importancia y los artículos de poca importancia en los extremos de las categorías, por lo cual, el número de clases es variable, así como el porcentaje de artículos en cada una de ellas. Ha sido implementado por diversas organizaciones debido a su necesidad de optimizar procesos mediante la gestión estratégica en la cual se requiere utilizar adecuadamente los recursos.

## Disponibilidad

Es definida como la confianza de que un equipo que haya pasado por un mantenimiento ejerza sus funciones satisfactoriamente para un intervalo de tiempo específico. La disponibilidad es expresada mediante un porcentaje de tiempo en el que un equipo está listo para ser operado. Asimismo, se puede definir matemáticamente como la relación del tiempo medio entre fallas y el tiempo medio de reparación del equipo (Grajales, Candelario & Sánchez, 2006).

Evalúa el rendimiento de los elementos que realizan una función determinada, en un momento determinado, durante un periodo determinado en función al soporte de mantenimiento de los equipos.

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$$

## Diagrama Causa – Efecto

Comúnmente llamado Diagrama Ishikawa, se trata de una herramienta para el análisis de los problemas que básicamente representa la relación entre un efecto (problema) y todas las posibles causas que lo ocasionan. Está compuesto por un recuadro que representa la cabeza del pescado, una línea principal que constituye la columna y de cuatro a más líneas apuntado a la línea principal que constituyen las espinas principales.

## Diagrama Pareto

El principio nos dice que para diversos casos el 80% de las consecuencias proviene del 20% de causas. El diagrama consiste en un gráfico de barras que clasifica de derecha a izquierda en orden descendente las causas detectadas en torno a un fenómeno. Para su elaboración se tiene en cuenta el diagrama causa efecto en donde se encuentran especificadas

las causas del problema, asimismo se recolectan datos de cuál es la causa que genera más pérdidas, se ordena de mayor a menor, se grafican las causas y la curva acumulada, por último, se analizan los datos obtenidos.

### **Estandarización de procesos de compras:**

La gestión de compras y las actividades que de ella se desprenden, juega un importante papel en la mayor parte de las organizaciones. Esto se debe a que los materiales adquiridos generalmente representan entre el 40 y el 60 % del valor de las ventas de productos finales. Esto significa que, las reducciones de costos relativamente pequeñas pueden tener un mayor impacto sobre los beneficios que mejoras en otras áreas de la organización. (Ballou, Ronald H. 1991)

### **Gestión del Mantenimiento**

Son todas las actividades de gestión que determinan los objetivos del mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades, las realizan por medio de planificación del mantenimiento, control y supervisión del mantenimiento, mejora de los métodos en la organización incluyendo los aspectos económicos.

### **Logística:**

La logística tiene como objetivo proveer el producto correcto en la cantidad requerida, en el lugar indicado y en el tiempo exigido. Asimismo, son los procesos que permiten el flujo de materiales desde el punto de adquisición hasta el punto de uso por el cliente final. Por otro lado se refieren a la logística como la planificación, ejecución y control del abastecimiento de materiales. (Hurtado, 2018)

### **Mantenimiento**

El mantenimiento está definido como el conjunto de actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de las máquinas e instalaciones que conforman un proceso de producción permitiendo que éste alcance su máximo rendimiento. Su importancia radica en la necesidad que tienen las empresas de conservar todas sus máquinas e instalaciones trabajando continua y eficientemente. Existen dos formas de mantenimiento: el mantenimiento correctivo dedicado a la reparación de los equipos; y el otro es el mantenimiento preventivo encargado de detectar daños en los equipos antes de que éstos dejen de funcionar y detengan la producción. (Olarte, Botero & Cañón, 2010).

Dentro de toda empresa el mantenimiento es importantes, debido a que mantiene los equipos y/o maquinarias disponibles y a su vez logra una mayor utilidad, según Cuatrecasas y Torrel (2010), el mantenimiento es un proceso de soporte de las empresas, que endémicamente es visto como un gasto, y de ahí que se tienda a su reducción, o bien a la externalización o outsourcing de la función de mantenimiento, sin valorar el impacto que éste puede tener en la mejora continua. El mantenimiento es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles e instalaciones.

Así mismo Oliva (2010), nos hace referencia a que el mantenimiento es un servicio que agrupa una serie de actividades mediante las cuales un equipo, máquina e instalación, se mantiene o se restablece a un estado apto para realizar sus funciones, siendo importante en la calidad de los productos como estrategia para una competencia exitosa. Los esfuerzos realizados en el área de mantenimiento consisten en reducir al mínimo el efecto de las averías de los equipos y de las instalaciones, y proporcionar información relacionada con la experiencia

y conocimiento a los departamentos relacionados con el proceso productivo, a fin de reducir el trabajo de mantenimiento, el tiempo improductivo y sus costos.

Además, permite eliminar condiciones inseguras que podrían afectar a las personas y personal de operación. Según Galván D. (2012), la gestión del departamento de mantenimiento es mantener los equipos en óptimas condiciones de funcionamiento combinando diferentes acciones técnicas y de administración, buscando eliminar fallas.

### **Mantenimiento Preventivo**

En toda organización la presencia de fallas y averías en las instalaciones industriales trae consigo un aumento en los costos de operación y pérdida de ingresos, por lo que es indiscutible que la gestión de mantenimiento cobra mayor relevancia debido al impacto directo que tiene. La gestión de mantenimiento es muy importante ya que sirve de soporte para la continuidad del funcionamiento de sus equipos. (Ortiz Useche, 2013).

De acuerdo con lo citado, el mantenimiento preventivo logra el correcto estado del equipo mediante la ejecución de tareas, reduciendo costos de producción, alargando su vida útil; es así como (Alavedra Flores, 2016) nos dice que también puede ser definido como una lista completa de actividades, todas realizadas por usuarios, operadores y encargados de mantenimiento, para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, edificios, máquinas, equipos, vehículos, etc.

#### **Ventajas**

- ✓ Disminución de reparaciones de mayor costo.
- ✓ Mejoras en las condiciones de seguridad.
- ✓ Costo de mantenimiento preventivo menores que el correctivo.
- ✓ Disminución de paradas imprevistas.

- ✓ Mejor conservación de los equipos.

## Plan de Mantenimiento Preventivo

Dentro de un plan de mantenimiento preventivo se da a conocer el estado actual en que se encuentra este y sus componentes, y nos permite detectar fallas leves en el sistema pero que más adelante afectarían directamente si es que no son reparadas, también se debe lograr la reducción de las averías imprevistas y de los tiempos de reparación, propiciar la prolongación de la vida útil de los componentes y/o equipos obteniendo los efectos del ahorro de recursos y con ellos, reducir los costos de mantenimiento (Hung, 2009).

### Tiempo Medio de Reparación (MTTR):

Es una medida de mantenibilidad de equipos y piezas reparables. El cálculo se hace a través de la división entre el tiempo total de reparación en un dado periodo y el número de fallas.

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo total de reparación}}{\textit{Número de fallas}}$$

### Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF)

Es uno de los principales indicadores de la disponibilidad, representa el promedio del tiempo que transcurre entre dos averías en un mismo tiempo. Se calcula en base a la diferencia entre el tiempo total de funcionamiento dividido por el número de paradas.

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo total de funcionamiento}}{\textit{Número de paradas}}$$

## Rentabilidad

Las empresas buscan estrategias que las hagan más competitivas ante el mercado, la rentabilidad económica es un indicador cuantitativo que permite identificar que tan rentable es una empresa en un determinado tiempo.

## **Rentabilidad Económica**

La incorporación de indicadores financieros a los cuadros de mando de mantenimiento supone para la búsqueda en la unicidad de criterios y tendencias entre mantenimiento y la estrategia corporativa, la necesidad de una integración y correlación de forma armónica de los indicadores de rendimiento financiero de la organización, que trata de la visión estratégica con los referentes a la eficiencia del área de mantenimiento (Galar, 2013).

Es un indicador cuantitativo de su competitividad de una empresa, expresada en base a la relación de Beneficio Costo Neto (BCN) en dónde para su cálculo se tiene tener los datos de los ingresos, el total de egresos operativos, las remuneraciones al personal y el costo de oportunidad (Romo Bacco, C. E., Valdivia Flores, A. G., Carranza Trinidad, R. G., Cámara Córdova, J., Zavala Arias, M. P., Flores Ancira, E., & Espinosa García, J. A, 2014).

### **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de mantenimiento y logística sobre la rentabilidad en una empresa de servicio de transporte de carga pesada en la ciudad de Trujillo-2020?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general:**

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de mantenimiento y logística sobre la rentabilidad en una empresa de servicio de transporte de carga pesada en la ciudad de Trujillo-2020.

#### **1.3.2. Objetivos específicos:**

- Diagnosticar la situación actual del Área de Mantenimiento en una empresa de servicio de transporte de carga pesada.
- Diagnosticar la situación actual del Área de Logística en una empresa de servicio de transporte de carga pesada.
- Desarrollar un Plan de Mantenimiento, como herramienta de ingeniería Industrial.
- Desarrollar un Plan de logística, como herramienta de ingeniería Industrial.
- Evaluar económica y financieramente la Propuesta de Implementación de un Plan de Mantenimiento y Logística.

### **1.4. Hipótesis**

La propuesta de mejora en las áreas de mantenimiento y logística incrementa la rentabilidad en una empresa de servicio de transporte de carga pesada en la ciudad de Trujillo-2020.

### **1.5. Justificación**

#### **1.5.1. Justificación Práctica.**

La presente investigación pretende proponer una mejora en las áreas de mantenimiento y logística para incrementar la rentabilidad en una empresa de servicio de transporte de carga

pesada en la ciudad de Trujillo-2020; con el fin de mejorar la disponibilidad de los equipos y maquinarias que esta tenga, asimismo, incrementar los procesos de compra de repuestos y gestionar mejor los inventarios. A la vez este trabajo de investigación servirá como modelo para otras empresas que lo requieran.

### **1.5.2. Justificación Académica:**

Académicamente permitirá aplicar todos los conocimientos profesionales aprendidos en la carrera profesional de ingeniería industrial, mejorando el desempeño y la competitividad de la empresa, a la vez permitirá una mejora en su sistema de mantenimiento, logrando así que lo equipos y/o maquinarias sean más eficientes y productivos, trayendo consigo una mayor retribución económica, logrando reducir los costos de mantenimiento y mejorar la calidad de atención al cliente.

### **1.6. Aspectos Éticos**

La presente investigación, respecto a los aspectos éticos, salvaguarda en primer lugar, la propiedad intelectual de los autores, respecto a las teorías y conocimientos diversos; citándolos apropiadamente y precisando las fuentes bibliográficas de donde se recolecto cada una; además se desarrollará cumpliendo con la normatividad de la Universidad Privada del Norte, asumiendo una actitud responsable durante su ejecución, así como, durante procesamiento de los datos obtenidos al aplicar los instrumentos de recolección, los mismos que serán fuente de información importante para elaborar las discusiones y conclusiones respectiva.

### **1.7. Variables**

#### **1.7.1. Variable independiente**

Propuesta de mejora en las áreas de mantenimiento y logística

### **1.7.2. Variable dependiente**

Rentabilidad de la empresa

### 1.8. Operacionalización de variables:

Tabla 1 Operacionalización de variables

Variables	Sub Variables	Definición Operacional	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
<b>PROPUESTA DE MEJORA DE LAS ÁREAS DE MANTENIMIENTO Y LOGÍSTICA</b>	<b>GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	Está orientado a mantener un estándar de servicio determinado en los equipos programando correcciones de sus puntos más críticos en el momento más adecuado. (Garrido, 2010).	La propuesta de mejora de gestión de mantenimiento, genera el incremento de la rentabilidad de la empresa.	% Disponibilidad	$\frac{MTBF}{MTBF - MTTR} \times 100\%$
				% Equipos documentados	$\frac{N^{\circ} \text{ de equipos documentados}}{N^{\circ} \text{ total de equipos}} \times 100\%$
				% Personal Capacitado	$\frac{N^{\circ} \text{ de personal capacitado}}{N^{\circ} \text{ total de personal}} \times 100\%$
	<b>GESTIÓN LOGÍSTICA</b>	Es la aplicación de principios de gestión para operaciones logísticas para una eficiente y costo-efectivo movimiento de bienes y personal (Hurtado, 2018)	La propuesta de mejora de gestión logística, genera el incremento de la rentabilidad de la empresa	% Formato de Procesos de compra	$\frac{N^{\circ} \text{ De procesos de compra documentados}}{N^{\circ} \text{ Total de procesos de compra}} \times 100\%$
				% Materiales Críticos en Almacén	$\frac{N^{\circ} \text{ De materiales críticos}}{N^{\circ} \text{ Total de materiales}} \times 100\%$
				% Tiempo Optimo en ubicar y entregar	$\frac{\text{Tiempo Optimo en ubicar y entregar}}{\text{Tiempo Real en ubicar y entregar}} \times 100\%$
<b>RENTABILIDAD DE LA EMPRESA DE TRANSPORTE DE CARGA PESADA</b>	<b>RENTABILIDAD</b>	Diferencia entre la expectativa del usuario y la percepción del servicio recibido.	Aplicación de la encuesta SERVQUAL modificada para medir la satisfacción del usuario adaptada por Cabello y Chirinos.	% Rentabilidad	$\frac{\text{Ingresos} - \text{Inversión}}{\text{Ingresos}} \times 100\%$

Fuente: Elaboración Propia.

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de Investigación**

La presente tesis es una investigación es diagnóstica y propositiva, así lo afirma Nieto (2018) Tiene como objetivo principal es recopilar datos e información sobre las características de las instituciones. Prueba hipótesis o responde incognitas correspondientes a la investigación. Del mismo modo usa técnicas y procedimientos con el fin de comprobar hipótesis, diagnosticar y resolver problemas, generando conocimientos científicos.

### **2.2. Población y muestra**

#### **- Población**

Todos los procesos de la empresa.

#### **- Muestra**

Todos los procesos del área de Mantenimiento y Logística en la empresa.

### **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

Las técnicas que se han utilizado durante la investigación han sido las siguientes:

Análisis de documentos: Técnicas de investigación utilizadas con el fin de describir sistemática y cuantitativamente el contenido de una lista de comunicación para transformarlas a datos cuantitativos.

### **2.4. Procedimiento**

#### **2.4.1. Misión y Visión:**

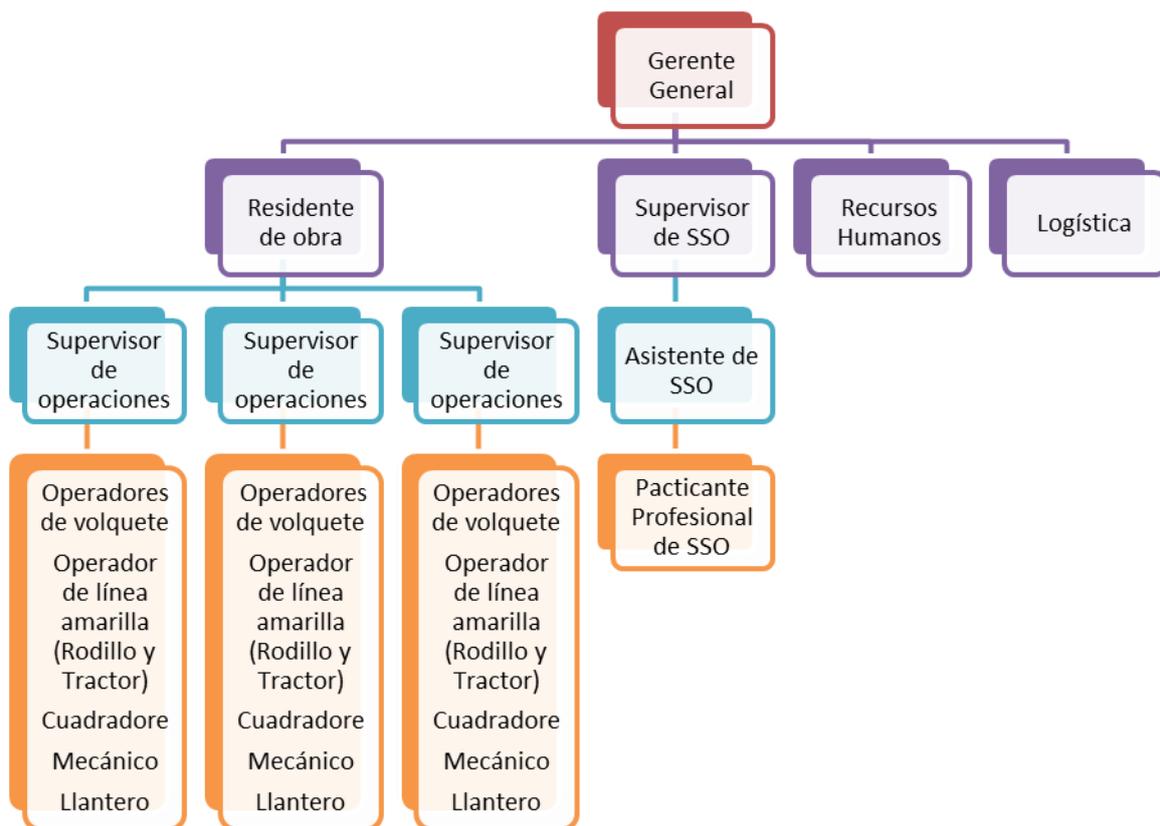
Misión: Ofrecer a nuestros clientes un servicio de excelencia, brindándoles total tranquilidad y confianza, ofreciendo soluciones innovadoras permitiendo cumplir sus necesidades de manera rápida y eficiente, con compromiso y total disposición. Contando con

especialistas en el manejo y mantenimiento de cada equipo garantizando la seguridad de cada operación. Además de crear una estrecha relación entre nuestros diversos proveedores, clientes, empresa, sociedad y empleados; desarrollando así una compañía de arriendo sostenible.

Visión: Ser reconocida en 2023 como la empresa líder del arriendo de equipos y maquinarias en La libertad; así mismo crear una estructura empresarial sólida aceptando nuevas ideas, proyectos y soluciones para así cada día brindar un mejor servicio a cada uno de nuestros usuarios.

### 2.4.2. Organigrama:

Figura 2 *Organigrama de la empresa*



Fuente: Elaboración propia

### 2.4.3. Distribución de la Empresa

Figura 3 *Distribución de la Empresa*



Fuente: Elaboración Propia

#### 2.4.4. Clientes:

- SUMMA GOLD CORPORATION

#### 2.4.5. Proveedores

- MANNUCCI DIESEL
- EL KUMPA
- GOOD YEAR
- VOLVO

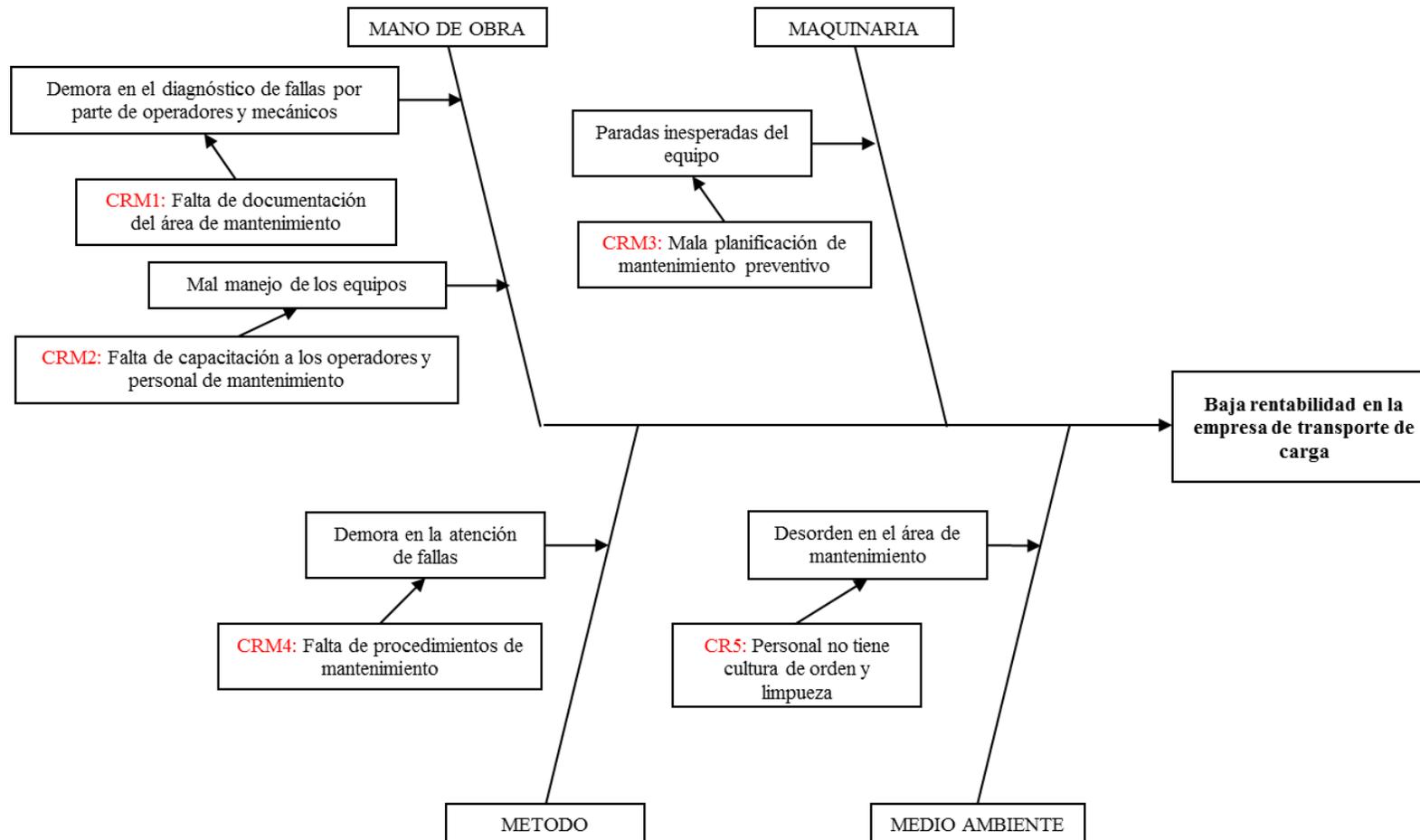
#### 2.4.6. Principales Productos y/o servicios

- Servicio de acarreo y descarga de material.



## 2.5. Diagnóstico de problemáticas principales

Figura 5 Ishikawa – Mantenimiento



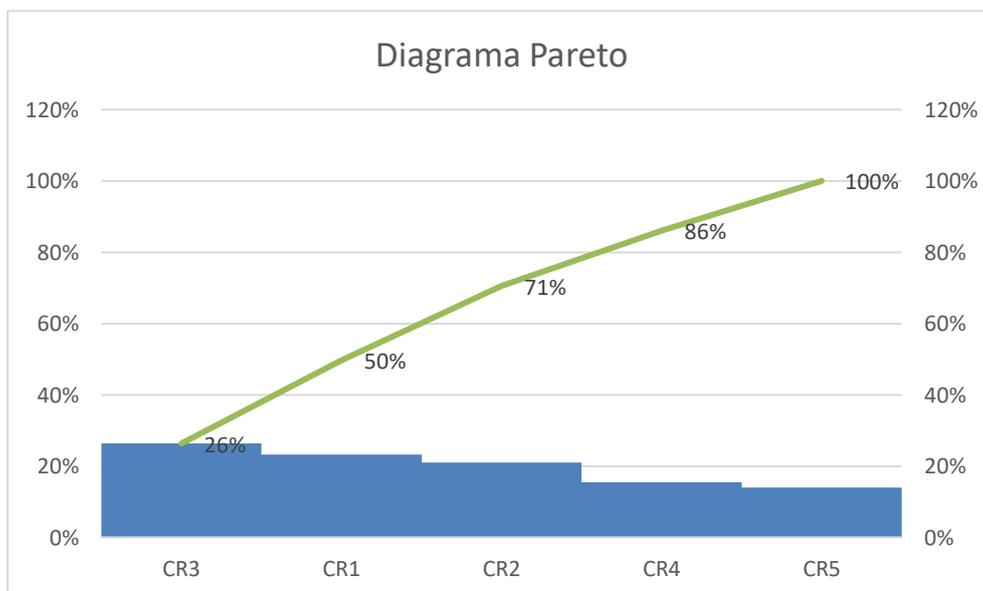
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2 Matriz de Priorización de las Causas Raíz - Mantenimiento

Causa Raíz	Descripción	Peso de la encuesta	F.R	F.A.
CR3	Mala planificación de los mantenimientos preventivos	34	26%	26%
CR1	Falta de documentación del área de mantenimiento	30	23%	50%
CR2	Falta de capacitación de operadores y mecanicos	27	21%	71%
CR4	Falta de procedimientos de mantenimiento	20	16%	86%
CR5	Desorden del área de mantenimiento	18	14%	100%

Fuente: Elaboración Propia

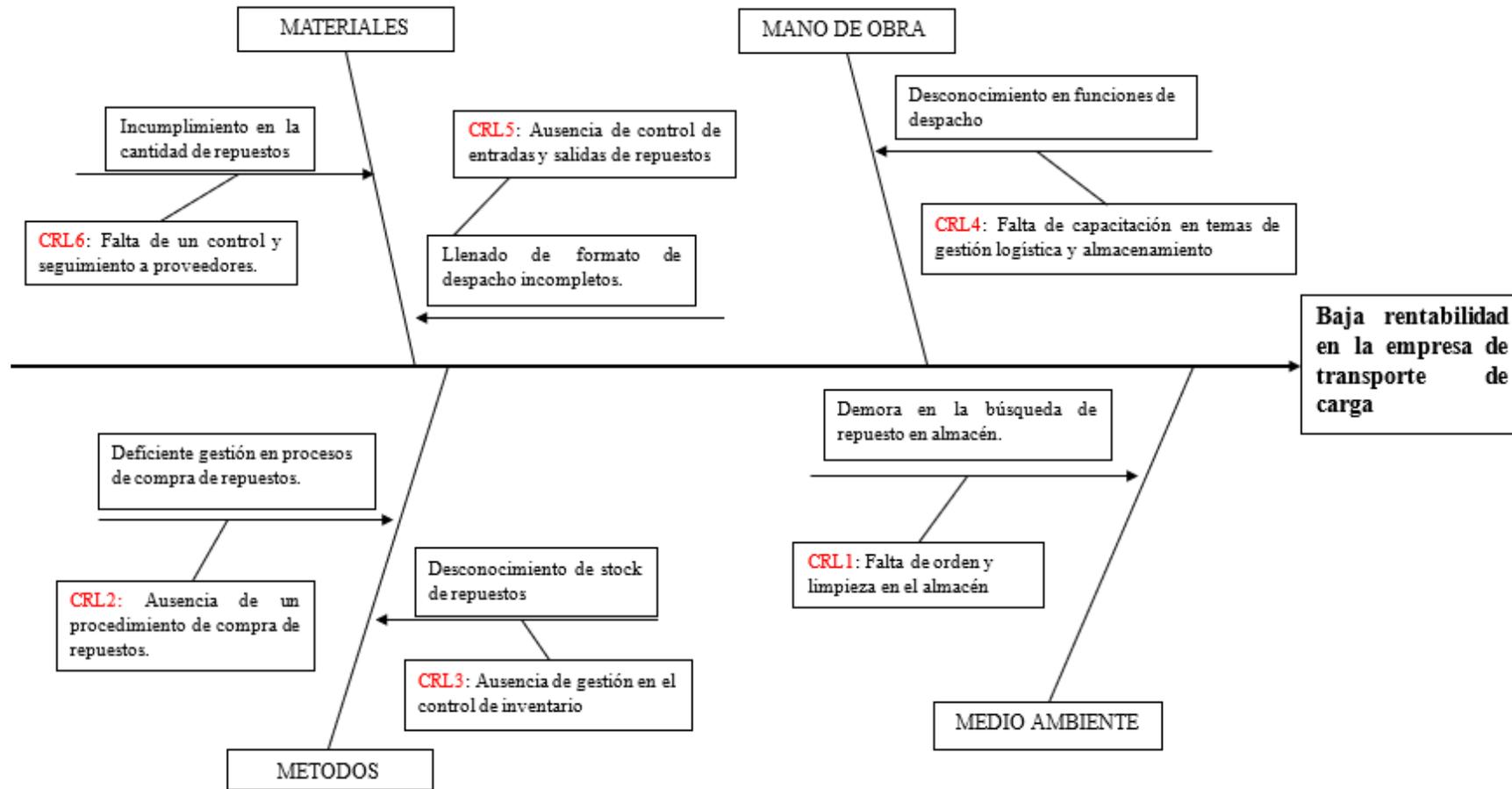
Figura 6 Diagrama Causa - Efecto - Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia.

El 71% de las causas raíces en el área de mantenimiento que ocasionan baja rentabilidad en la empresa son, la mala planificación de los mantenimientos preventivos, falta de capacitación de los operadores y mecánicos, y la falta de documentación del área de mantenimiento.

Figura 7 Ishikawa – Logística



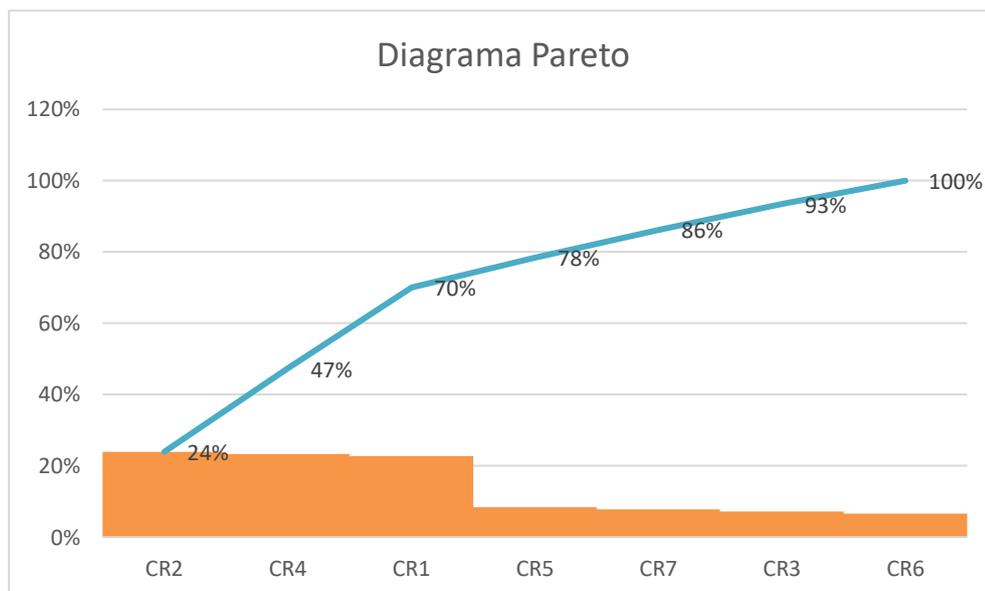
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3 *Matriz de Priorización de las Causas Raíz - Logística*

<b>Causa Raíz</b>	<b>Descripción</b>	<b>Peso de la Encuesta</b>	<b>F.R.</b>	<b>F.A.</b>
<b>CR2</b>	Ausencia de estandarización en procesos de compra	40	24%	24%
<b>CR4</b>	Ausencia de gestión en el control de inventario	39	23%	47%
<b>CR1</b>	Falta de orden y limpieza en el almacén	38	23%	70%
<b>CR5</b>	Falta de personal en el almacén	14	8%	78%
<b>CR7</b>	Falta de un control de proveedores	13	8%	86%
<b>CR3</b>	Ausencia de codificación de materiales y repuestos de mantenimiento	12	7%	93%
<b>CR6</b>	Ausencia de control de entradas y salidas de repuestos	11	7%	100%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8 Diagrama Pareto de las causas raíces - Logística.



Fuente: Elaboración Propia

El 70% de las causas raíces en el área de logística que generan baja rentabilidad en la empresa son, la ausencia de estandarización de procesos de compra, la ausencia de gestión en el control de inventarios, falta de orden y limpieza en el almacén y ausencia de control de entradas y salidas de repuestos.

## 2.6. Identificación de indicadores

Tabla 4 *Matriz de Indicadores - Mantenimiento*

Criterio	Causas	Indicador de la CR	Fórmula	VA	Pérdida S/	VM	Pérdida con la propuesta S/	Beneficio S/	Propuesta
<b>GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	CRM3: Mala planificación de los mantenimientos preventivos	% Disponibilidad	Total de tiempo de funcionamiento / Total de tiempo planificado X 100%	65%	\$746,987.40	81%	\$ 448,192.44.	\$ 298,794.96	Programa de mantenimientos Preventivos
	CRM1: Falta de documentación del área de mantenimiento	% Equipos documentados	N° equipos documentados/ N° total de equipos X 100%	0%	\$30,575.00	100%	\$13,249.17	\$17,325.83	Gestion de Documentación
	CRM2: Falta de capacitación a operadores y mecánicos	% Personal Capacitado	N° Personal Capacitado / N° Total de Personal X 100%	42%	\$ 84,338.14	100%	\$ 31,429.34	\$52,908.80	Plan de capacitación

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5 Matriz de indicadores - Logística

criterio	Causas	Indicador de la CR	Fórmula	VA	Pérdida S/	VM	Pérdida con la propuesta S/	Beneficio S/	Propuesta
	CRL2: Ausencia de estandarización en procesos de compra	% Formato de Procesos de compra	(N° Procesos de compra documentados/ N° Total de procesos de compra) x 100%	0%	\$97,900	100%	\$58,740	\$ 39,160	Estandar de Procesos de Compra
<b>GESTIÓN LOGÍSTICA</b>	CRL4: Ausencia de gestión en el control de inventario	% Materiales críticos en almacén	(N° De materiales críticos/N° Total de materiales) x 100%	0%	\$34,382	72.9%	\$ 20,309	\$14,073	Clasificación ABC
	CRL1: Falta de orden y limpieza en el almacén	% Tiempo optimo en ubicar y entregar	Tiempo optimo en ubicar y entregar/Tiempo actual en ubicar y entregar x 100%	0%	\$3,573.86	33.33%	\$1,191.29	\$ 2,382.57	5'S

Fuente: Elaboración Propia.

## **2.7.Solución Propuesta:**

### **ÁREA DE MANTENIMIENTO:**

#### **2.7.1.CRM3: Mala planificación de los mantenimientos preventivos:**

##### **2.7.1.1. Descripción de la casusa raíz:**

El área de mantenimiento de la empresa no se encuentra preparada para poder realizar los mantenimientos preventivos para cada uno de los equipos, debido a que no hay un control exacto de cuándo deben realizarse, que tipo de mantenimiento realizar, y que no siempre se cuenta con un stock de filtros y aceites necesarios para poder realizarlos, incrementando el tiempo de reparación. Que los equipos no reciban el mantenimiento preventivo a tiempo genera que las piezas y partes de estos se deterioren muy rápido, y la adquisición de estas genera un costo y el deterioro de las , pierdan horas de producción y las ganancias mensuales disminuyan.

##### **2.7.1.2. Diagnóstico de pérdidas:**

En la siguiente tabla se muestran indicadores de mantenimiento de los meses de agosto a noviembre de la empresa:

Tabla 6 *Perdida por mala planificación de mantenimientos preventivos*

Código	N° de paradas	Tiempo de reparación	Tiempo de entrega de repuestos	Tiempo total de reparación	Demora operativa	Tiempo total	Tiempo total de funcionamiento	MTTR	MTBF	Disponibilidad	Perdida por reparación
249	53	763.12	7.95	771.07	280	2400	1348.9289	14.55	25.45	64%	\$ 38,553.56
250	68	548.39	10.2	558.59	230	2400	1611.4077	8.21	23.70	74%	\$ 27,929.62
251	65	992.79	9.75	1002.54	350	2400	1047.46	15.42	16.11	51%	\$ 50,127.00
252	72	913.79	10.8	924.59	160	2400	1315.4089	12.84	18.27	59%	\$ 46,229.56
253	61	950.85	9.15	960.00	260	2400	1180.0001	15.74	19.34	55%	\$ 48,000.00
254	57	812.19	8.55	820.74	230	2400	1349.2589	14.40	23.67	62%	\$ 41,037.06
255	61	733.83	9.15	742.98	210	2400	1447.0248	12.18	23.72	66%	\$ 37,148.76
256	72	966.25	10.8	977.05	290	2400	1132.9482	13.57	15.74	54%	\$ 48,852.59
257	60	639.51	9	648.51	290	2400	1461.4853	10.81	24.36	69%	\$ 32,425.74
258	63	902.70	9.45	912.15	370	2400	1117.8462	14.48	17.74	55%	\$ 45,607.69
259	58	621.00	8.7	629.70	200	2400	1570.2962	10.86	27.07	71%	\$ 31,485.19
260	57	672.68	8.55	681.23	140	2400	1578.7745	11.95	27.70	70%	\$ 34,061.28
261	54	569.17	8.1	577.27	230	2400	1592.733	10.69	29.50	73%	\$ 28,863.35
262	62	623.58	9.3	632.88	300	2400	1467.1233	10.21	23.66	70%	\$ 31,643.84
263	56	775.87	8.4	784.27	220	2400	1395.7282	14.00	24.92	64%	\$ 39,213.59
264	55	670.53	8.25	678.78	140	2400	1581.2209	12.34	28.75	70%	\$ 33,938.96
265	65	694.69	9.75	704.44	290	2400	1405.5565	10.84	21.62	67%	\$ 35,222.18
266	67	550.33	10.05	560.38	310	2400	1529.6244	8.36	22.83	73%	\$ 28,018.78
267	61	770.71	9.15	779.86	240	2400	1380.1358	12.78	22.63	64%	\$ 38,993.21
268	56	584.31	8.4	592.71	140	2400	1667.2903	10.58	29.77	74%	\$ 29,635.49
1223				14939.75		48000	28180.2521			65%	\$ 746,987.40

Fuente: Elaboración Propia.

La Compañía Comercializadora y Representaciones S.A. cuenta con 20 volquetes de 24m<sup>3</sup> cada uno, dedicados al acarreo y descarga de material en la unidad minera SUMMA GOLD CORPORATION, los cuales trabajan al día dos turnos de 10 horas. El costo por hora trabajada es de 50 dólares.

En los meses de agosto a noviembre presentaron un total de 1123 paradas, debido a que los mantenimientos preventivos no son planificados a tiempo. El tiempo total de reparación en el transcurso de estos cuatro meses fue de 14939.75 horas. Generando una disponibilidad promedio de 65%.

Es preciso señalar que los mantenimientos preventivos si se han llevado a cabo, pero no en el tiempo adecuado debido a la falta de coordinación entre el área de mantenimiento y la supervisión en mina, originando que los equipos fallen constantemente.

Para el cálculo de la pérdida total por la mala planificación de los mantenimientos preventivos se tomó el total de horas de reparación y se multiplicó por el costo de hora trabajada, lo cual nos da una pérdida total de \$ 746,987.4

### **2.7.1.3. Solución Propuesta: Mantenimiento Preventivo**

Para dar solución a la causa raíz, se siguió los siguientes pasos:

En primer lugar, se realizó el inventario de todas las unidades y a cada una de estas se le asignó un código para de esta manera se puedan usar en los formatos de mantenimiento.

Tabla 7 *Inventario Y Codificación De Los Equipos*

ITEM	CODIGO DE EQUIPO	PLACA	TIPO	CHASIS	MARCA	AÑO
1	249	T8U-860	VOLQUETE	93KXG40G2NE894187	VOLVO	2019
2	250	T7T-873	VOLQUETE	93KXG40G2NE894188	VOLVO	2019
3	251	T7T-882	VOLQUETE	93KXG40G2NE894189	VOLVO	2019
4	252	T7U-854	VOLQUETE	93KXG40G2NE894190	VOLVO	2019
5	253	T7T-895	VOLQUETE	93KXG40G2NE894191	VOLVO	2019
6	254	T7T-883	VOLQUETE	93KXG40G2NE894192	VOLVO	2019
7	255	T7T-860	VOLQUETE	93KXG40G2NE894193	VOLVO	2019
8	256	T7T-877	VOLQUETE	93KXG40G2NE894194	VOLVO	2019
9	257	T7T-865	VOLQUETE	93KXG40G2NE894195	VOLVO	2019
10	258	T7T-875	VOLQUETE	93KXG40G2NE894196	VOLVO	2019
11	259	T8Y-805	VOLQUETE	93KXG40G2NE894197	VOLVO	2019
12	260	T8X-939	VOLQUETE	93KXG40G1NE894039	VOLVO	2019
13	261	T8X-937	VOLQUETE	93KXG40G4NE894280	VOLVO	2019
14	262	T8X-944	VOLQUETE	93KXG40G2NE894032	VOLVO	2019
15	263	T8Y-808	VOLQUETE	93KXG40G8NE894201	VOLVO	2019
16	264	T8Y-814	VOLQUETE	93KXG40GXNE894196	VOLVO	2019
17	265	T8X-931	VOLQUETE	93KXG40G0NE894035	VOLVO	2019
18	266	T8Y-804	VOLQUETE	93KXG40G5NE894279	VOLVO	2019
19	267	T8Y-818	VOLQUETE	93KXG40G7NE894281	VOLVO	2019
20	268	T7C-856	VOLQUETE	93KXG40G3NE894036	VOLVO	2019

Fuente: Elaboración Propia.

En segundo lugar, se diseñó un programa de mantenimiento de todos los equipos, teniendo en cuenta información brindada por los proveedores y VOLVO que nos indican cada cuanto tiempo deben realizarse los mantenimientos y los materiales que se van a utilizar en cada uno de ellos.

Figura 9 Plan de mantenimiento propuesto para los volquetes

Descripción	Cantidad	Sistema	Intervalo	PM1	PM1+ PM2	PM1+ PM3	PM1+ PM2+ PM4	PM1	PM1+ PM2+ PM3+ PM5	PM1	PM1+ PM2+ PM6+ PM4	PM1+ PM3	PM1+ PM2	PM1	PM1+ PM2+ PM3+ PM4+ PM5
				500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
Aceite - Motor VDS 4.5	37 L	Motor (PM1)	500	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Filtro de Aceite (Long - Life) - Motor	2	Motor (PM1)	500	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Filtro de Aceite (By - Pass) – Motor	1	Motor (PM1)	500	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Filtro de Combustible	1	Motor (PM1)	500	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Filtro Separador de Agua de Combustible	1	Motor (PM1)	500	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Filtro de Aire de Admisión Primario	1	Motor (PM2)	1000		○		○		○		○		○		○
Filtro de Aire de Admisión Secundario	1	Motor (PM2)	1000		○		○		○		○		○		○
Filtro de Aire de Tanque de Combustible	1	Motor (PM1)	500	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Aceite de Ralentizador	6 L	Frenos (PM2)	1000		○		○		○		○		○		○
Refrigerante Anticorrosivo	42 L	Motor (PM6)	4000								○				
Aceite - Puente Posterior	67 L	Transmisión (PM2)	1000		○		○		○		○		○		○
Aceite - Caja de Cambios	20 L	Transmisión (PM3)	1500			○			○			○			○
Filtro de Aceite - Caja de Cambios	1	Transmisión (PM3)	1500			○			○			○			○
Filtro Secador de Aire	1	Frenos (PM3)	1500			○			○			○			○
Aceite - Dirección Hidraulica	6 L	Dirección (PM4)	2000				○				○				○
Filtro de Dirección Hidraulica	1	Dirección (PM4)	2000				○				○				○
Filtro de Cabina	1	Cabina (PM5)	3000						○						○
Grasa Chasis	2 Kg	Preventivo	500	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 8 nos muestra el plan de mantenimiento, con la descripción de los aceites y filtros a cambiar, la cantidad a usar, el sistema al cual se le debe dar el mantenimiento a los cuales les conoce como PM1, PM2, PM3, PM4 y PM5; asimismo nos indica el intervalo de horas a las que se debe cambiar. Los mantenimientos deben realizarse cada 500 horas, en el plan se encuentra marcado con un círculo indicando lo que debe cambiarse. El programa, es un ciclo que a cuando se realiza el último mantenimiento de las 6000 horas se vuelve a realizar el primer mantenimiento. Aproximadamente los mantenimientos se realizan una vez al mes de acuerdo a las horas trabajadas, es por ello que el programa de mantenimiento está diseñado en un total de 12 meses o 6000 horas. Es necesario indicar que los insumos deben ser originales de la propia empresa Volvo, debido a que, si en algún momento ocurre algún desperfecto con el equipo, esta será reparada por la misma.

Asimismo, teniendo esta información se elaboró la programación de los mantenimientos de acuerdo a la fecha y horómetro del último mantenimiento, de esta manera el cálculo del próximo mantenimiento será más preciso y se será realizado en el momento exacto.

Figura 10 Programa de Mantenimiento

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO										
Código	Chasis	Último mantenimiento realizado			Horómetro actual		Mantenimiento programado			
		Fecha	Horómetro	Tipo mantenimiento	Horómetro	Fecha	Horas restantes	N° Días restantes	Fecha próximo mantenimiento	Tipo mantenimiento
V-249	93KXG40G2NE894187									
V-250	93KXG40G2NE894188									
V-251	93KXG40G2NE894189									
V-252	93KXG40G2NE894190									
V-253	93KXG40G2NE894191									
V-254	93KXG40G2NE894192									
V-255	93KXG40G2NE894193									
V-256	93KXG40G2NE894194									
V-257	93KXG40G2NE894195									
V-258	93KXG40G2NE894196									
V-259	93KXG40G2NE894197									
V-260	93KXG40G1NE894039									
V-261	93KXG40G4NE894280									
V-262	93KXG40G2NE894032									
V-263	93KXG40G8NE894201									
V-264	93KXG40GXNE894196									
V-265	93KXG40G0NE894035									
V-266	93KXG40G5NE894279									
V-267	93KXG40G7NE894281									
V-268	93KXG40G3NE894036									

\* Estos días son calculados teniendo en cuenta que la unidad trabaja 2 turno de 10 horas.

<b>VOLVO</b>	
500	= Intervalo en horas para proximo mantenimiento.
20	= Cantidad en horas de trabajo por día, por cada unidad.

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 8 se presenta el programa de mantenimiento que se obtuvo gracias a los datos de última fecha de mantenimiento, para el cálculo se le sumó a la fecha las 500 horas y se dividió entre las 20 horas diarias trabajadas y se obtuvo la fecha aproximada para la ejecución del próximo mantenimiento, del mismo modo para saber a cuantas horas se realizara el mantenimiento se le sumó las 500 horas al hórometro del último mantenimiento.

En la siguiente figura se observa la programación semanal de engrases para cada uno de los volquetes.

Figura 11 Programación de engrases

CÓDIGO	PROGRAMACIÓN DE ENGRASES						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
249	X					DESCANSO	DESCANSO
250	X						
251	X						
252	X						
253		X					
254		X					
255		X					
256		X					
257			X				
258			X				
259			X				
260			X				
261				X			
262				X			
263				X			
264				X			
265					X		
266					X		
267					X		
268					X		

Fuente: Elaboración Propia

Los engrases además de realizarse cada 500 horas, deben ser ejecutados una vez a la semana, debido a las condiciones en las que se operan y a las 20 horas diarias trabajadas, es por ello que se elaboró un cronograma de engrases para cada equipo.

#### **2.7.1.4. Impacto de la propuesta de mejora:**

Con el plan de mantenimiento propuesto, la duración de este es de 74.67 horas en cuatro meses, adicionándole las 16 horas al mes del plan de engrases propuesto, de lo que se obtuvo un total de 90.67 horas de mantenimiento preventivo por cada volquete. Reduciendo el tiempo de mantenimiento de 12981.75 a 1813.4 horas. Incrementando la disponibilidad de 65% a 81%. Se redujeron las pérdidas de \$ 746,987.40 a \$ 448,192.44.

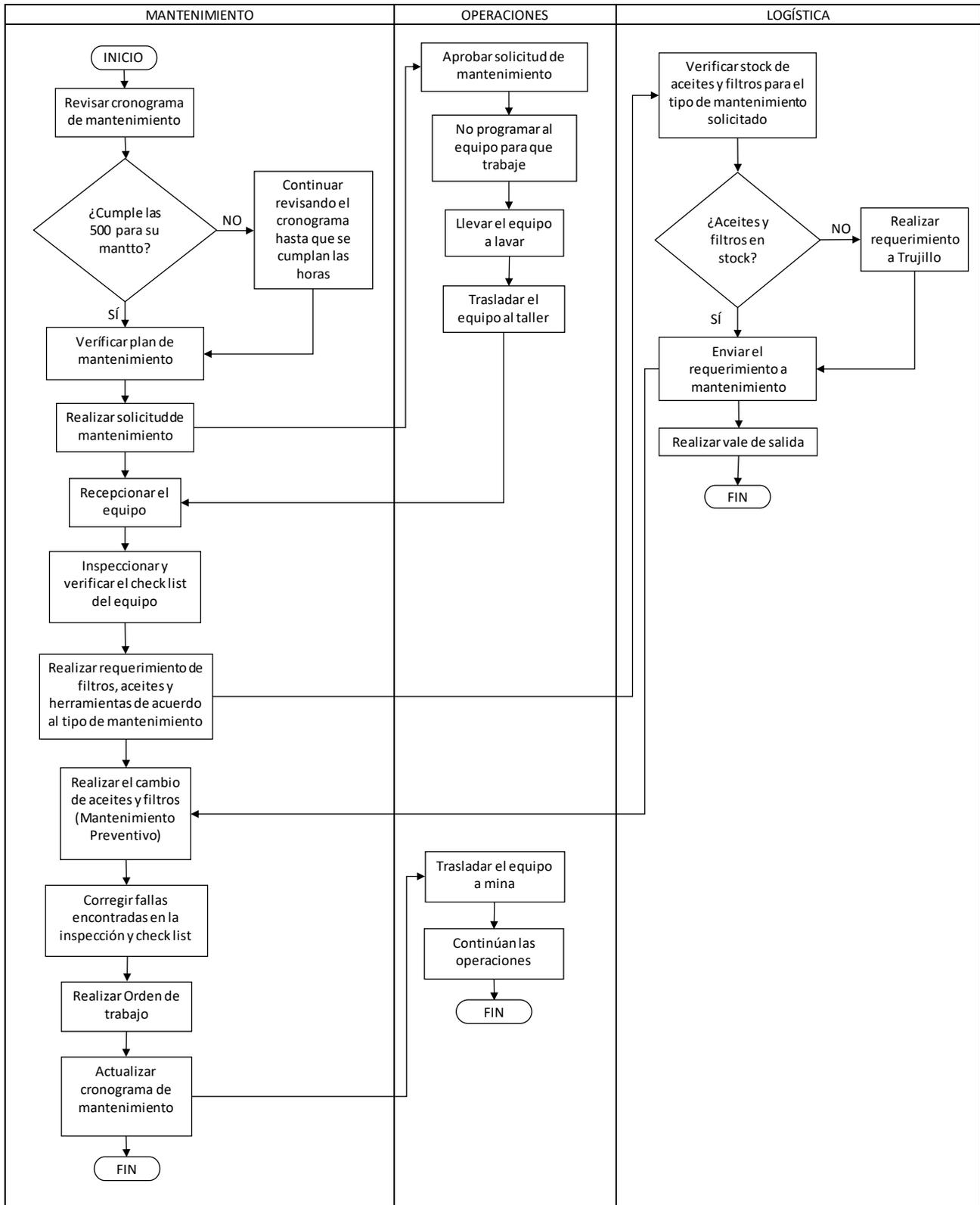
Tabla 8 *Indicadores de mantenimiento después de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo*

Código	N° de paradas	Tiempo de reparación	Tiempo de entrega de repuestos	Tiempo total de reparación	Demora operativa	Tiempo total	Tiempo total de funcionamiento	MTTR	MTBF	Disponibilidad	Perdida por reparación
249	32	457.87	4.77	462.64	280	2400	1937.36	14.55	60.92	81%	\$ 23,132.13
250	41	329.04	6.12	335.16	230	2400	2064.84	8.21	50.61	86%	\$ 16,757.77
251	39	595.67	5.85	601.52	350	2400	1798.48	15.42	46.11	75%	\$ 30,076.20
252	43	548.27	6.48	554.75	160	2400	1845.25	12.84	42.71	77%	\$ 27,737.73
253	37	570.51	5.49	576.00	260	2400	1824.00	15.74	49.84	76%	\$ 28,800.00
254	34	487.31	5.13	492.44	230	2400	1907.56	14.40	55.78	79%	\$ 24,622.23
255	37	440.30	5.49	445.79	210	2400	1954.21	12.18	53.39	81%	\$ 22,289.26
256	43	579.75	6.48	586.23	290	2400	1813.77	13.57	41.99	76%	\$ 29,311.55
257	36	383.71	5.4	389.11	290	2400	2010.89	10.81	55.86	84%	\$ 19,455.44
258	38	541.62	5.67	547.29	370	2400	1852.71	14.48	49.01	77%	\$ 27,364.61
259	35	372.60	5.22	377.82	200	2400	2022.18	10.86	58.11	84%	\$ 18,891.11
260	34	403.61	5.13	408.74	140	2400	1991.26	11.95	58.22	83%	\$ 20,436.77
261	32	341.50	4.86	346.36	230	2400	2053.64	10.69	63.38	86%	\$ 17,318.01
262	37	374.15	5.58	379.73	300	2400	2020.27	10.21	54.31	84%	\$ 18,986.30
263	34	465.52	5.04	470.56	220	2400	1929.44	14.00	57.42	80%	\$ 23,528.15
264	33	402.32	4.95	407.27	140	2400	1992.73	12.34	60.39	83%	\$ 20,363.37
265	39	416.82	5.85	422.67	290	2400	1977.33	10.84	50.70	82%	\$ 21,133.31
266	40	330.20	6.03	336.23	310	2400	2063.77	8.36	51.34	86%	\$ 16,811.27
267	37	462.43	5.49	467.92	240	2400	1932.08	12.78	52.79	81%	\$ 23,395.93
268	34	350.59	5.04	355.63	140	2400	2044.37	10.58	60.84	85%	\$ 17,781.29
		8853.77874	110.07	8963.85						81%	\$ 448,192.44

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12

Diagrama de flujo del mantenimiento preventivo después de la mejora



Fuente: Elaboración Propia.

## 2.7.2. CRM1: Falta de documentación del área de mantenimiento:

### 2.7.2.1. Descripción de la causa raíz:

La empresa tiene en total 20 volquetes, los cuales no cuentan con la documentación como historial de fallas, mantenimientos preventivos realizados con anterioridad, check list pre-uso de equipos, etc. Esto origina que el área de mantenimiento se tome más tiempo de lo necesario para poder detectar las fallas y darle solución.

### 2.7.2.2. Diagnóstico de pérdidas:

Debido a que no se encontró registro alguno de los mantenimientos de los 20 equipos, el indicador de cada uno de los documentos de los equipos es 0%.

En primer lugar, se determinó que cada operador demora 15 minutos en inspeccionar su unidad y reportar cualquier anomalía. Luego de ser reportada con el área de mantenimiento, los mecánicos demoran 15 minutos en detectar de dónde proviene la falla, gracias a la información brindada por el operador del volquete. El total de fallas en los meses de agosto a noviembre se detectó un total de fallas 1223, esto multiplicado con el tiempo de detección de fallas de 30 minutos, la pérdida que se tiene por cada minuto sin operar es de \$ 0.83.

Tabla 9 *Perdida por falta de documentación*

Total de fallas	Tiempo de detección de fallas	Costo por minuto	Total lucro cesante
1223	30	\$ 0.83	\$ 30,575.00

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 9 se multiplico el total de fallas, el tiempo de detección de fallas y el costo por minuto de inoperatividad, se obtuvo como resultado una pérdida total de \$ 30,575.00.

### 2.7.2.3.Solución propuesta:

Para dar solución a la causa raíz, se planteó implementar los documentos para el uso de los operadores y el área de mantenimiento, de este modo se planteó 3 formatos de los cuales sirven para poder detectar las fallas con anticipación y con más facilidad.

- **Check list pre-uso de equipos**

Herramienta para el uso de los operadores, el cual inspeccionará el equipo antes de su uso, de este modo en caso encuentre alguna anomalía lo reportará de inmediato con el supervisor y este informará al área de mantenimiento.

Figura 13 *Check list pre-uso de equipos*

CHECKLIST PRE-USO DE EQUIPOS VOLQUETE					
Código de equipo		Turno		Horometro	
Operador		Guardia		Kilometraje	
Supervisor		Fecha		Placa	
					
<p>NOTA: Marcar con una "X" según corresponda:</p> <p>1. Marcará "SI" cuando tenga el ítem a revisar y se encuentre en buen estado.</p> <p>2. Marcará "NO" cuando el equipo no tenga el ítem o se encuentre en mal estado el ítem revisado</p>					
	SI	NO		SI	NO
1. Radio de comunicación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	22. Asiento del copiloto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Circulina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	23. Espejos y retrovisor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Extintor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	24. Tanque de aire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Botiquín	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25. Suspensión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Conos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	26. Caja de cambios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Tacos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	27. ¿Existen fugas de aceite?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Cintas reflectivas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	28. ¿Existen fugas de aire?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Neblineros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	29. Panel de instrumentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Pico y Pala	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	30. Adecuado nivel de aceite de motor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Tolva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	31. Adecuado nivel de aceite hidráulico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Muelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	32. Adecuado nivel de refrigerante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Seguro de compuerta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>PUNTOS NO NEGOCIABLES</b>		
13. Cadenas de compuerta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. Sistema de dirección	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Levante de tolva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Prueba de freno de servicio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Pernos de rueda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. Prueba de freno de parqueo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Ventanas y parabrisas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Cinturón de seguridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Guardafangos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. Llantas (Cocada min. 10mm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Chapas de puertas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. Alarma de retroceso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Carrocería/Puertas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. Luces delanteras y posteriores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Estado de baterías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8. Claxon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Asiento del operador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
OBSERVACIONES:					
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center; width: 30%;">             _____              Firma del operador           </div> <div style="text-align: center; width: 30%;">             _____              Firma del supervisor           </div> <div style="text-align: center; width: 30%;">             _____              Firma del mecánico           </div> </div>					

Fuente: Elaboración Propia





**2.7.2.4. Impacto de la propuesta de mejora:**

Con la propuesta de mejora se logró que todos los equipos estén adecuadamente documentados, incrementando el porcentaje de 0% al 100%.

El tiempo de inspección por equipo con el uso del check list pre uso de equipos disminuyó 5 min, la inspección por parte de los mecánicos se redujo a 8 min, debido a que con el uso de las solicitudes de mantenimiento y las ordenes de trabajo se tiene un historial de fallas y mantenimientos, gracias a ellos se realiza un diagnóstico más acelerado. Dando en total un tiempo de detección de falla de 30 a 13 min. Se redujeron las pérdidas de \$ 30,575.00 a \$13,249.17

Tabla 10 *Costo después de la implementación de documentación en el área de mantenimiento*

Total de fallas	Tiempo de detección de fallas	Costo por minuto	Lucro cesante
1223	13	\$ 0.83	\$13,249.17

Fuente: Elaboración propia

**2.7.3. CRM2: Falta de capacitación en mantenimiento preventivo:**

**2.7.3.1. Descripción de la casusa raíz:**

En total el área de mantenimiento cuenta con 3 mecánicos, 3 asistente de mecánico y 1 soldador; los cuales se encargan de realizar los mantenimientos; la operación tiene tiempos muertos debido a que no todo en personal de mantenimiento se encuentra capacitado para realizar el mantenimiento preventivo que asegure que todas las tareas se están realizando y que se hagan de la misma manera, dificultando a los operadores al momento de reportar sus equipos y a los mecánicos al momento de ejecutar los mantenimientos.

Del total de personal de mantenimiento, solamente los 3 mecánicos están capacitados para poder realizar los mantenimientos preventivos, es por ello que el indicador es de 42%

Tabla 11 *Personal Capacitado en Mantenumieto Preventivo*

Total de personal	7
Personal Capacitado	3
%Personal Capacitado	43%

Fuente: Elaboración propia

### 2.7.3.2. Diagnóstico de pérdidas:

Debido a que el personal de la empresa no ha recibido capacitación del proceso estándar de mantenimiento, muchas de las reparaciones son realizadas de manera externa; en la tabla 10 se muestra el tiempo total de reparación, las horas de reparación externa, el precio de 10 dólares por hora de mantenimiento externo y en promedio las horas de mantenimiento externo es de 65%. En total dio un costo de \$ 84,338.14 en los meses de agosto a noviembre.

Tabla 12 *Costo por mantenimiento externo*

Código	Tiempo de reparación	Tiempo de reparación Interno	Tiempo de reparación externo	Costo por hora de mantenimiento externo)	% horas de mantenimiento externo	Total externo
249	680.07	258	421.64408	\$ 10.00	62%	\$ 4,216.44
250	450.59	167	283.87315	\$ 10.00	63%	\$ 2,838.73
251	909.54	355	554.81940	\$ 10.00	61%	\$ 5,548.19
252	827.59	265	562.76195	\$ 10.00	68%	\$ 5,627.62
253	864.00	328	535.67994	\$ 10.00	62%	\$ 5,356.80
254	723.74	224	499.38136	\$ 10.00	69%	\$ 4,993.81
255	639.98	230	409.58413	\$ 10.00	64%	\$ 4,095.84
256	876.05	307	569.43367	\$ 10.00	65%	\$ 5,694.34
257	546.51	180	366.16485	\$ 10.00	67%	\$ 3,661.65
258	806.15	242	564.30766	\$ 10.00	70%	\$ 5,643.08
259	542.70	163	379.89266	\$ 10.00	70%	\$ 3,798.93
260	593.23	225	367.79981	\$ 10.00	62%	\$ 3,678.00
261	477.27	177	300.67821	\$ 10.00	63%	\$ 3,006.78
262	520.88	156	364.61369	\$ 10.00	70%	\$ 3,646.14
263	678.27	265	413.74580	\$ 10.00	61%	\$ 4,137.46
264	579.78	180	400.04758	\$ 10.00	69%	\$ 4,000.48
265	608.44	237	371.15054	\$ 10.00	61%	\$ 3,711.51
266	460.38	143	317.65916	\$ 10.00	69%	\$ 3,176.59

267	688.86	248	440.87309	\$	10.00	64%	\$	4,408.73
268	507.71	198	309.70292	\$	10.00	61%	\$	3,097.03
	12981.75					65%	\$	84,338.14

Fuente: Elaboración propia.

### 2.7.3.3. Solución propuesta:

Se elaboró un cronograma de capacitación para los trabajadores del área de mantenimiento, el curso denominado Mantenimiento de Equipo Pesado será dictado por TECSUP y tiene una duración de 240 horas académicas.

Tabla 13 *Cronograma de capacitación*

TEMA	ÁREA	Cronograma												Duración	
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Fundamentos de Mecánica	Mantenimiento	X	X	X											60 h
Mantenimiento de Motores Diesel de Equipo Pesado	Mantenimiento				X	X	X								60 h
Mantenimiento Hidráulico (Maquinaria Pesada)	Mantenimiento							X	X	X					60 h
Mantenimiento de Tren de Fuerza	Mantenimiento										X	X	X		60 h
														Total	240 horas

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.7.3.4. Impacto de la propuesta de mejora:

Con el cronograma de capacitación propuesto se redujo el tiempo de reparación de 12981.75 a 7789.07 horas, del mismo modo disminuyó el porcentaje de reparación externa en un 25%.

El costo de mantenimiento pasó de \$ 84,338.14 a \$ 31,429.34.

Tabla 14 *Reducción de costo de mantenimiento externo*

Código	Tiempo de reparación	Tiempo de reparación	Tiempo de reparación	Costo por hora de mantenimiento	% horas de mantenimiento	Costo total de mantenimiento
		Interno	externo	externo)	externo	externo
249	408.04	253	155.05621	\$ 10.00	38%	\$ 1,550.56

250	270.36	135	135.17769	\$ 10.00	50%	\$ 1,351.78
251	545.72	360	185.54616	\$ 10.00	34%	\$ 1,855.46
252	496.55	253	243.31178	\$ 10.00	49%	\$ 2,433.12
253	518.40	306	212.54398	\$ 10.00	41%	\$ 2,125.44
254	434.24	217	217.12233	\$ 10.00	50%	\$ 2,171.22
255	383.99	246	138.23464	\$ 10.00	36%	\$ 1,382.35
256	525.63	363	162.94563	\$ 10.00	31%	\$ 1,629.46
257	327.91	197	131.16353	\$ 10.00	40%	\$ 1,311.64
258	483.69	281	203.15076	\$ 10.00	42%	\$ 2,031.51
259	325.62	212	113.96780	\$ 10.00	35%	\$ 1,139.68
260	355.94	221	135.25541	\$ 10.00	38%	\$ 1,352.55
261	286.36	152	134.58929	\$ 10.00	47%	\$ 1,345.89
262	312.53	175	137.51145	\$ 10.00	44%	\$ 1,375.11
263	406.96	265	142.43708	\$ 10.00	35%	\$ 1,424.37
264	347.87	202	146.10433	\$ 10.00	42%	\$ 1,461.04
265	365.07	234	131.42380	\$ 10.00	36%	\$ 1,314.24
266	276.23	163	113.25240	\$ 10.00	41%	\$ 1,132.52
267	413.32	207	206.65926	\$ 10.00	50%	\$ 2,066.59
268	304.63	207	97.48026	\$ 10.00	32%	\$ 974.80
	7789.07				41%	\$ 31,429.34

Fuente: Elaboración Propia.

## ÁREA DE LÓGISTICA

### 2.7.4. CRL2: Ausencia de un procedimiento de compra de repuestos.

#### 2.7.4.1. Descripción de la casusa raíz:

Desde sus inicios la empresa ha venido realizando compras en base a criterios muy básicos en donde solo se identifica la necesidad de un repuesto, la solicitud de cotizaciones y

el despacho de la mercancía; finalizando esta compra al mejor costo. Además, de no ser despachado dicha mercadería por parte del proveedor seleccionado se genera una compra de emergencia a proveedores en lista. Esto origina que el procedimiento sea ineficiente, mayor tiempo de parada por falta de despacho de repuestos.

#### **2.7.4.2.Diagnóstico de pérdidas:**

Debido a que la empresa no cuenta con ningún estándar de proceso de compra documentado el indicador es de 0%

Actualmente la empresa no cuenta con un procedimiento de compra de repuestos, esta situación origina escases de los repuestos y materiales críticos para intervención del equipo y/o unidad de carga; esto debido a un deficiente control en su procedimiento de compra.

El cálculo para diagnosticar la pérdida se basó en el tiempo muerto en los volquetes en el periodo agosto- noviembre por falta de repuestos; teniendo una pérdida que asciende en \$18,621.

*Tabla 15 Pérdidas por ausencia de un procedimiento de compra de repuestos*

<u>Costo Tiempo Muerto</u>	
Costo por hora	\$50.00
Horas parado	1958
<u>Costo por periodo</u>	<u>\$97,900</u>

Fuente: Elaboración Propia.

#### **2.7.4.3.Solución propuesta:**

En todo proceso logístico la parte principal es la descripción correcta del material a solicitar, es por ellos que se genera la siguiente estructura con el fin de tener un orden documentado.

CABECERA, DESCRIPCION Y SOLICITANTE

Se indica el motivo por el cual se está haciendo el requerimiento del repuesto y/o material, a la vez esta puede ser generada a raíz de una intervención para un equipo en específico; es decir con el código del equipo se genera el requerimiento a la gerencia con el fin de sustentar el motivo a solicitar dichos materiales para intervenir el equipo.

## SOLICITUD DE COMPRA

Figura 16 *Cabecera, Descripción Y Solicitante*

Cabecera de Descripción
INDICAR LA COMPRA DEL MATERIAL PARA EL EQUIPO
SOLICITANTE: Indicar persona del área respectiva

Fuente: Elaboración Propia.

## DATOS DEL MATERIAL

Figura 17 *Datos del material*

Datos del Material			
Material		Lote	
Texto breve			
Grupo Artículos		Unidad de Medida	
Núm. Mat. Prov.			
Fabricante		Fabr. Externo	
Núm. Pieza. Fabr.			

- Numero de material en proveedor: Núm. Mat. Prov.
- Número de pieza en fabricante: Núm. Pieza. Fabr.

Fuente: Elaboración Propia.

## CANTIDADES Y FECHAS

Figura 18 *Cantidades y Fechas*

Cantidades y Fechas				
Cantidad		UND	Tipo de Entrega	
Cantidad pedida			Fecha entrega	
Cantidad abierta			Fecha solicitud	
			Fecha liberación	

Concluida 

Plazo de entrega prevista	
---------------------------	--

- Solicitud de pedido Concluida: Concluida
- Tipo de fecha de la fecha de entrega:

Diaria - D

Formato semanal- FS

Formato mensual- FM

Fuente: Elaboración Propia.

## VALORACIÓN

*Figura 19 Valoración*

Valoración	
Precio Valorización	
Tipo de moneda	PEN
Tipo de cambio	
Tipo mnd. Camb.	
Valor total	

Tipo moneda de cambio: Tipo mnd. Camb.

Fuente: Elaboración Propia.

## ÁREA Y/O PERSONA SOLICITANTE

*Figura 20 Área y/o persona solicitante*

Persona de contacto			
Creado por		Modificado el	
Solicitante		Tipo de Necesidad	
Grupo compras		Teléfono	
Planif. Neces.		Correo	

Planificador de necesidades: Planif. Neces.

Tipo de necesidad: Mantenimiento Programado /Mantenimiento Preventivo

Fuente: Elaboración Propia.

## STATUS DE LIBERACION POR GERENCIA Y/O AREA SOLICITADA

*Figura 21 Status de liberación*

Status de liberación		
Denominación	Responsables	Estado
Área Solicitante		
Jefe de Logística		

Gerente General		
-----------------	--	--

**Estado:**

- Liberado
- Pendiente Liberar
- Anulado

Fuente: Elaboración Propia.

**LUGAR DE ENTREGA**

Figura 22 *Lugar de entrega*

Lugar de entrega	
Nombre	
Nombre de Empresa	
Dirección	
Numero	
País	

Fuente: Elaboración Propia.

**2.7.4.4. Impacto de la propuesta de mejora:**

Con la aplicación de los formatos presentados con anterioridad, se observó una reducción en el tiempo de proceso de compra, ya que se conoce con más precisión a los proveedores, marcas, costos; asimismo se tiene un registro actualizado de cada una de las solicitudes de compra. El tiempo se redujeron en un 60%.

*Tabla 16 Pérdidas después de la aplicación del estandar de procesos de compra*

<u>Costo Tiempo Muerto</u>	
Costo por hora	\$50.00
Horas parado	1174.8
<u>Costo por periodo</u>	<u>\$58,740</u>

Fuente: Elaboración Propia.

El porcentaje de formatos de procesos de compra incremento en un 100%.

## 2.7.5. CRL4: Ausencia de gestión en el control de inventario

### 2.7.5.1.Descripción de la casusa raíz:

Los repuestos son costosos y los criterios para mantener los inventarios apropiados a la fecha aún no se gestiona un orden correcto; esto genera que no se tenga un registro adecuado, ocasionando que las entradas y salidas de los repuestos no sean sinceradas, ya que no se sabe con total claridad la cantidad de repuestos que se encuentran en el almacén. Asimismo, la codificación de cada uno de estos muchas veces es la misma con la que los proveedores entregan los pedidos cuando se hace una compra reactiva, así que no se sabe exactamente la ubicación, material o marca de estos.

### 2.7.5.2.Diagnóstico de pérdidas:

Mensualmente se hace compras programadas dependiendo de los repuestos indicados por los mecánicos, y las demás áreas de la empresa; sin embargo no se lleva un control de la cantidad a reponer, solo compran lo que intuyen, generando un gasto mayor innecesario. Generalmente, los repuestos utilizados no se llegan a utilizar por completo, generando una pérdida por tener repuestos innecesarios propensos a caducar, podremos ver el detalle de los gastos en la siguiente tabla. De esta manera el porcentaje de repuestos críticos es de 0%

Tabla 17 *Sobre costos de repuestos*

Mes	Cantidad de respuestos comprados	Total \$	Total \$ utilizado	Perdida \$ sobre costos de repuestos
Agosto	250	\$12,053	\$6,530	\$5,522
Setiembre	575	\$17,476	\$7,643	\$9,833
Octubre	377	\$23,702	\$7,363	\$16,340
Noviembre	450	\$25,075	\$22,388	\$2,687
Total general	1652	\$78,306	\$43,924	\$34,382

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.7.5.3.Solución propuesta:

Para la propuesta de una clasificación ABC en los repuestos, se tomó en cuenta la cantidad que se utilizan, así como el mes respectivamente perteneciente al año 2020 periodo agosto - noviembre, lo podemos ver detallado en la siguiente tabla.

Tabla 18 *Utilización de repuestos por mes*

Tipo de maquinaria	Uso de repuestos al mes por volquete			
	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
Volvo	\$6,530.33	\$7,643.35	\$7,362.65	\$22,388.02
<b>Total</b>	<b>\$6,530.33</b>	<b>\$7,643.35</b>	<b>\$7,362.65</b>	<b>\$22,388.02</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Posterior a ello, se obtuvo la cantidad utilizada en los meses y su monetización respectiva, dando a conocer la perdida que se tiene por el inadecuado control en los repuestos, generando en total una pérdida de \$34,382. Si lo evaluación en porcentaje de perdida mensual, este tendría un promedio del 45% sobre los costos.

Así mismo, se clasifico los repuestos utilizados mes a mes para posteriormente hace uso de la clasificación ABC, donde se determinará los repuestos críticos que serán posteriormente programados. El principio de Pareto establece que el 80 % del valor de consumo total se basa solo sobre el 20 % de los artículos totales. (Rojas, 2018); sin embargo, el porcentaje para la clasificación ABC, se basa en los criterios de la empresa, siendo los artículos pertenecientes a la categoría A son los más valiosos con un porcentaje menor e igual a 35%, categoría B tienen una importancia secundaria con un porcentaje de 19% y los que pertenecen a la categoría C son los menos valioso con un porcentaje de 46%, en estos se encuentran también material de papelería.

Tabla 19 *Clasificación ABC*

Zona	Porcentaje Acumulado	N° elementos	% Articulos	% Acumulado	% Inversion
<b>A</b>	0%-75%	54	35%	<b>35%</b>	<b>25%</b>
<b>B</b>	75%-95%	29	19%	<b>54%</b>	<b>59%</b>
<b>C</b>	95%-100%	70	46%	<b>100%</b>	<b>16%</b>
<b>Total</b>		<b>153</b>	<b>100%</b>		<b>100%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se verá a mayor detalle la clasificación ABC.

Figura 23

Clasificación ABC

Item	Nombre de Repuesto	Consumo Mensual	Precio Unitario	Costo Total	Costo Total Acumulado	% Costo Acumulado	ZONA	%
1	ACEITE HIDRAULICO SAE 10 CAM	44	\$3.88	\$170.78	\$170.78	0.543%	A	72.9%
2	ACEITE MATIC ATF III	43	\$5.40	\$232.20	\$402.98	1.281%	A	
3	ACEITE DE FILTRO DE MOTOR 15W40	42	\$3.00	\$126.00	\$528.98	1.682%	A	
4	RP HIPOIDAL75W140	40	\$13.33	\$533.15	\$1,062.13	3.377%	A	
5	ACEITE CARTAGO CAJA 75W90	40	\$12.37	\$494.96	\$1,557.09	4.951%	A	
6	ACEITE MATIC III	40	\$8.06	\$322.40	\$1,879.49	5.976%	A	
7	ACEITE P/MOTOR 15W40 VOLVO (BIDON X 19 LT)	40	\$6.55	\$262.02	\$2,141.51	6.809%	A	
8	ACEITE DE CUBOS Y CORONAS 85W140) BIDON 20 LT	40	\$6.24	\$249.60	\$2,391.11	7.603%	A	
9	ACEITE DIESEL THPD 15W40	40	\$3.67	\$146.80	\$2,537.91	8.069%	A	
10	ACEITE DE MOTOR	40	\$2.88	\$115.38	\$2,653.29	8.436%	A	
11	PERNO M14X70	38	\$0.88	\$33.59	\$2,686.88	8.543%	A	
12	ZAPATAS POSTERIOR	36	\$22.22	\$799.76	\$3,486.64	11.086%	A	
13	FOCO R5 24V 5W	36	\$0.44	\$15.82	\$3,502.47	11.136%	A	

14	ARANDELA AMARILLA	36	\$0.06	\$2.12	\$3,504.59	11.143%	A
15	CAMARA 12.00R24 TR78R	34	\$29.60	\$1,006.40	\$4,510.99	14.343%	A
16	ABRAZADERA 50-70MM	34	\$1.50	\$50.94	\$4,561.93	14.505%	A
17	KIT MANTENIMIENTO FKN/13 LITROS	30	\$89.82	\$2,694.59	\$7,256.52	23.072%	A
18	RP CARTAGO FE LD SAE 75W140	30	\$16.80	\$504.00	\$7,760.52	24.675%	A
19	PERNO ZAPATA	30	\$2.48	\$74.34	\$7,834.86	24.911%	A
20	LLANTAS REENCAUCHADAS	20	\$153.39	\$3,067.85	\$10,902.71	34.665%	A
21	ACEITE DE CUBOS Y CORONAS	20	\$16.80	\$336.00	\$11,238.71	35.734%	A
22	ACEITE 75W140	20	\$16.80	\$336.00	\$11,574.71	36.802%	A
23	REFRIGERANTE VISTONY	20	\$8.17	\$163.40	\$11,738.11	37.321%	A
24	ACEITE DIFERENCIAL BIDON X 20 LT VOLVO	20	\$6.24	\$124.84	\$11,862.95	37.718%	A
25	ACEITE CAJA CAMBIOS VOLVO 80W90 BIDON X 20 LT	20	\$6.07	\$121.30	\$11,984.26	38.104%	A
26	ACEITE DIRECCION Y MANDO FINAL 85W140 VOLVO	20	\$4.96	\$99.12	\$12,083.38	38.419%	A
27	ACEITE DE MOTOR 15W40	20	\$3.67	\$73.41	\$12,156.79	38.653%	A
28	RP DIESEL TURBO THPD 15W40 (CILX208 LT)	20	\$3.03	\$60.58	\$12,217.36	38.845%	A
29	TUERCA ZAPATA	20	\$1.43	\$28.60	\$12,245.96	38.936%	A
30	GRASERA RECTA M10	20	\$0.44	\$8.89	\$12,254.85	38.964%	A
31	ACEITE DE CAJA DE CAMBIO	15	\$13.06	\$195.92	\$12,450.77	39.587%	A
32	FILTRO ACEITE DIRECCION S4	15	\$9.86	\$147.97	\$12,598.74	40.058%	A
33	ACEITE CAJA DIRECCION ATF VOLVO BIDON X 20 LT	15	\$9.52	\$142.82	\$12,741.56	40.512%	A
34	REFRIGERANTE	15	\$8.17	\$122.55	\$12,864.11	40.902%	A
35	PERNO DE RUEDA POSTERIOR SCANIA	12	\$5.01	\$60.14	\$12,924.26	41.093%	A
36	PARCHE VIPAL	12	\$0.36	\$4.27	\$12,928.52	41.106%	A
37	BOCINA SUSPENSIÓN CABINA S4	11	\$2.70	\$29.67	\$12,958.19	41.201%	A
38	ANILLO ARANDELA M-10 (ARANDELA AMARILLA)	11	\$0.06	\$0.65	\$12,958.84	41.203%	A
39	ACEITE HIDRAULICO	10	\$6.95	\$69.47	\$13,028.31	41.424%	A

40	ACEITE CAJA CAMBIOS VOLVO BIDON X 20 LT	10	\$6.07	\$60.65	\$13,088.96	41.616%	A
41	ACEITE DIESEL THPD 15W40 SCANIA (10 BIDONX 20LT)	10	\$3.67	\$36.70	\$13,125.67	41.733%	A
42	SOLDADURA SUPERCITO	10	\$0.27	\$2.66	\$13,128.32	41.742%	A
43	SOLDADURA CELLOCORD	10	\$0.15	\$1.52	\$13,129.84	41.746%	A
44	AMORTIGUADOR DE CABINA	4	\$224.29	\$897.18	\$14,027.02	44.599%	A
45	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	4	\$86.10	\$344.40	\$14,371.43	45.694%	A
46	ARANDELA /PLANA DE GOMA (AMARILLA)	4	\$8.58	\$34.31	\$14,405.74	45.803%	A
47	ANILLO JEBE GRILLETE MUELLE SAMPA(ORING)	4	\$1.78	\$7.11	\$14,412.85	45.826%	A
48	ANILLO PLANO TROP M16	4	\$0.12	\$0.48	\$14,413.33	45.827%	A
49	JUEGO PERNO C/TUERCA 5/8X2 -1/2	2	\$1.78	\$3.56	\$14,416.89	45.839%	A
50	MODULO DE MOTOR	1	\$2,357.17	\$2,357.17	\$16,774.06	53.333%	A
51	RADIADOR GP	1	\$2,191.45	\$2,191.45	\$18,965.51	60.301%	A
52	PL.HARDOZ 450 3/8X96X288	1	\$1,516.50	\$1,516.50	\$20,482.01	65.123%	A
53	RADIATOR	1	\$1,240.20	\$1,240.20	\$21,722.21	69.066%	A
54	KIT KOMATSU	1	\$1,213.41	\$1,213.41	\$22,935.62	72.924%	A
55	PLANETA 4.21.1	1	\$1,113.33	\$1,113.33	\$24,048.95	76.464%	B
56	PAQUETE DE MUELLE	1	\$850.00	\$850.00	\$24,898.95	79.166%	B
57	LLANTA GOOD YEAR REENCAUCHADA	1	\$520.00	\$520.00	\$25,418.95	80.820%	B
58	PALANCA DE CAMBIOS	1	\$326.46	\$326.46	\$25,745.41	81.858%	B
59	PIÑON SCANIA	1	\$306.92	\$306.92	\$26,052.33	82.834%	B
60	PANEL INTERRUPTOR	1	\$249.00	\$249.00	\$26,301.33	83.625%	B
61	MANO DE OBRA	1	\$219.29	\$219.29	\$26,520.62	84.323%	B
62	PLANCHAS SEPARADOR DE MUELLE SCANIA	1	\$217.15	\$217.15	\$26,737.77	85.013%	B
63	MUELLE HOJA 3RA	1	\$217.15	\$217.15	\$26,954.92	85.703%	B
64	TENSOR DE CORREA	1	\$201.45	\$201.45	\$27,156.37	86.344%	B
65	MUELLE 2DA POSTERIOR	1	\$200.60	\$200.60	\$27,356.97	86.982%	B

21.9%

66	MUELLE POSTERIOR	1	\$200.60	\$200.60	\$27,557.57	87.620%	B
67	PAQUETE DE MUELLE POSTERIOR 5X48	1	\$200.60	\$200.60	\$27,758.17	88.257%	B
68	KIT REPARO RODAJES CA JA DIRECCIÓN	1	\$194.95	\$194.95	\$27,953.12	88.877%	B
69	MANGUERA DE DIRECCION	1	\$184.84	\$184.84	\$28,137.96	89.465%	B
70	MAZO DE CABLES	1	\$168.86	\$168.86	\$28,306.82	90.002%	B
71	RODAJE DE RUEDA	1	\$163.02	\$163.02	\$28,469.84	90.520%	B
72	PIPE ASSY	1	\$142.26	\$142.26	\$28,612.10	90.972%	B
73	SEAL KIT	1	\$141.29	\$141.29	\$28,753.39	91.422%	B
74	VALVULA REBOSE COMBUSTIBLE	1	\$139.29	\$139.29	\$28,892.68	91.865%	B
75	PORTA RETEN DE CUBO	1	\$130.84	\$130.84	\$29,023.52	92.281%	B
76	PRE-FILTRO COMBUSTIBLE 600-319-4540 FACT	1	\$121.95	\$121.95	\$29,145.47	92.668%	B
77	PRE FILTRO DE COMBUSTIBLE	1	\$121.95	\$121.95	\$29,267.43	93.056%	B
78	TENSOR DE CORREA VOLVO	1	\$116.82	\$116.82	\$29,384.25	93.428%	B
79	KIT SEAL	1	\$102.72	\$102.72	\$29,486.96	93.754%	B
80	PALANCA DE FRENO LH AUTOM.S4 IZQ.	1	\$101.83	\$101.83	\$29,588.79	94.078%	B
81	KIT REPARO REGULADOR ASIENTO LH PGR	1	\$101.00	\$101.00	\$29,689.79	94.399%	B
82	RODAJE LATERAL	1	\$81.30	\$81.30	\$29,771.10	94.657%	B
83	KIT MONTAJE	1	\$80.41	\$80.41	\$29,851.50	94.913%	B
84	KIT SPIDER	1	\$77.68	\$77.68	\$29,929.18	95.160%	C
85	MARCO CON BASE ESPEJO RETROVISOR	1	\$77.01	\$77.01	\$30,006.19	95.405%	C
86	VALVULA MODULAR	1	\$73.79	\$73.79	\$30,079.98	95.640%	C
87	RETEN DE BOCAMASA	1	\$68.43	\$68.43	\$30,148.41	95.857%	C
88	SECADOR DE AIRE	1	\$63.23	\$63.23	\$30,211.65	96.058%	C
89	KIT RODAJES CAJA DE DIRECCION	1	\$57.56	\$57.56	\$30,269.20	96.241%	C
90	KIT REPARACION DE CAJA DE DIRECCION	1	\$57.54	\$57.54	\$30,326.74	96.424%	C
91	KIT RODAJE Y TUERCA CAJA DE DIRECCION	1	\$57.54	\$57.54	\$30,384.28	96.607%	C

5.0%

92	T-BLOQUE ROSCADA	1	\$57.21	\$57.21	\$30,441.48	96.789%	C
93	PLUMILLA LIMPIAPARABRISA S4	1	\$52.34	\$52.34	\$30,493.82	96.955%	C
94	RETEN DE BRIDA CORONA	1	\$49.32	\$49.32	\$30,543.15	97.112%	C
95	RETENN BRIDA CAJA	1	\$49.32	\$49.32	\$30,592.47	97.269%	C
96	PESTAÑA	1	\$48.71	\$48.71	\$30,641.18	97.424%	C
97	PULMON DE FRENO DELANTERO	1	\$48.71	\$48.71	\$30,689.88	97.579%	C
98	PULMONES DE FRENO WABCO POSTERIOR	1	\$47.20	\$47.20	\$30,737.08	97.729%	C
99	NIPLE DE PURGOR	1	\$46.73	\$46.73	\$30,783.81	97.877%	C
100	SEAL AS.BUF	1	\$46.01	\$46.01	\$30,829.82	98.024%	C
101	KIT VALVULA 4 CIRCUITOS FH/FM12	1	\$45.75	\$45.75	\$30,875.57	98.169%	C
102	KIT SEPARADOR DE AGUA+COMBUSTIBLE	1	\$44.10	\$44.10	\$30,919.66	98.309%	C
103	MANGUERA DE COM 5/8	1	\$41.32	\$41.32	\$30,960.99	98.441%	C
104	O-RING CAJA MILIMETRICA	1	\$35.96	\$35.96	\$30,996.95	98.555%	C
105	PALANCA DE FREFNO	1	\$35.55	\$35.55	\$31,032.49	98.668%	C
106	PALANCA DE FRENO DERECHO RH	1	\$35.42	\$35.42	\$31,067.91	98.781%	C
107	MANGUERA DE REFRIGERANTE (TUBO)	1	\$34.79	\$34.79	\$31,102.70	98.891%	C
108	MONTAJE DE PARABRISA DELANTERO	1	\$29.97	\$29.97	\$31,132.67	98.987%	C
109	MANIJA DE ASIENTO LH	1	\$28.14	\$28.14	\$31,160.81	99.076%	C
110	PERNO ROCOR	1	\$25.27	\$25.27	\$31,186.08	99.156%	C
111	RACOR TRES VIAS	1	\$23.13	\$23.13	\$31,209.21	99.230%	C
112	NIPLE	1	\$23.05	\$23.05	\$31,232.25	99.303%	C
113	RETEN DE BRIDA	1	\$14.75	\$14.75	\$31,247.00	99.350%	C
114	MICA FARO POSTERIOR SC LH IZQUIERDA	1	\$13.86	\$13.86	\$31,260.87	99.394%	C
115	MOLDURA RETEN	1	\$13.52	\$13.52	\$31,274.39	99.437%	C
116	TOPE DE MUELLE DELANTERO	1	\$13.49	\$13.49	\$31,287.88	99.480%	C
117	RETEN CONTROL CAJA CAMBIO	1	\$13.28	\$13.28	\$31,301.16	99.522%	C

118	RP CARTAGO CAJA 75W90 (BIDONX20LT)	1	\$13.06	\$13.06	\$31,314.22	99.564%	C
119	PERNO DE CORDON	1	\$12.44	\$12.44	\$31,326.66	99.603%	C
120	MANGUERA DE RETARDE	1	\$12.16	\$12.16	\$31,338.81	99.642%	C
121	PALANCA DE FRENO DELANTERO MECANICO RH	1	\$9.98	\$9.98	\$31,348.79	99.674%	C
122	MICA FARO POSTERIOR RH	1	\$8.99	\$8.99	\$31,357.78	99.702%	C
123	PLANCHAS GRILLETE ROSCANTE	1	\$8.39	\$8.39	\$31,366.17	99.729%	C
124	PERNO DE GRILLETE	1	\$8.29	\$8.29	\$31,374.46	99.755%	C
126	SEALING WASHER	1	\$7.50	\$7.50	\$31,381.96	99.779%	C
127	PERNO CENTRO DELANTERO	1	\$7.41	\$7.41	\$31,389.37	99.803%	C
128	PERNOCENTRO	1	\$7.41	\$7.41	\$31,396.77	99.826%	C
130	MANGUERA 5/8"	1	\$6.52	\$6.52	\$31,403.29	99.847%	C
131	SEGURO PATIN FRENO DELANTERO	1	\$5.31	\$5.31	\$31,408.60	99.864%	C
132	TAPON PORTAFILTRO	1	\$5.31	\$5.31	\$31,413.91	99.881%	C
133	MANGUERA COMPRESOR 720	1	\$5.17	\$5.17	\$31,419.08	99.897%	C
134	FOCO H7 24V 70W BOSCH	1	\$4.74	\$4.74	\$31,423.82	99.912%	C
135	MACHOI M8	1	\$3.60	\$3.60	\$31,427.42	99.924%	C
136	PEROXIDO DE MEK	1	\$2.95	\$2.95	\$31,430.37	99.933%	C
137	KIT RODAJES REPARO CAJA DIRECCION TAS 185	1	\$2.14	\$2.14	\$31,432.51	99.940%	C
138	PERNO CENTRO MUELLE	1	\$2.10	\$2.10	\$31,434.61	99.947%	C
139	SEAL O-RING	1	\$1.89	\$1.89	\$31,436.49	99.953%	C
140	PERNO DE RUEDA DELANTERA	1	\$1.63	\$1.63	\$31,438.12	99.958%	C
141	SEGURO RETEN J450 /336DL	1	\$1.46	\$1.46	\$31,439.58	99.962%	C
142	PERNO HEX 16X80	1	\$1.44	\$1.44	\$31,441.02	99.967%	C
143	PERNO M16X80	1	\$1.44	\$1.44	\$31,442.46	99.972%	C
144	PERNOCENTRO VOLVO	1	\$1.20	\$1.20	\$31,443.66	99.975%	C
145	MANGUERA TEFLON 6MM	1	\$1.18	\$1.18	\$31,444.84	99.979%	C

146	PALANCA DE FRENO POSTERIOR	1	\$1.17	\$1.17	\$31,446.01	99.983%	C
147	PERNO COMPESOR	1	\$1.13	\$1.13	\$31,447.14	99.986%	C
148	PERNO M14X150	1	\$0.93	\$0.93	\$31,448.07	99.989%	C
149	LIJA	1	\$0.75	\$0.75	\$31,448.82	99.992%	C
150	PERNO 14X80MM	1	\$0.74	\$0.74	\$31,449.56	99.994%	C
151	PERNO C/TUERCA M14x60	1	\$0.60	\$0.60	\$31,450.16	99.996%	C
152	PERNO 8X60 MM	1	\$0.58	\$0.58	\$31,450.73	99.998%	C
153	PARCHE CAMARA	1	\$0.36	\$0.36	\$31,451.09	99.999%	C
154	PERNO M9.5X100	1	\$0.15	\$0.15	\$31,451.24	100.000%	C
155	PERNO M8X40 HEXAGONAL	1	\$0.15	\$0.15	\$31,451.39	100.000%	C

Fuente: Elaboración Propia.

#### 2.7.5.4. Impacto de la propuesta de mejora:

Evaluando el porcentaje de inversión que representan las zonas A y B, el personal encargado debe tener un mayor énfasis en la cantidad de repuestos a tener, es por ellos que se toma en consideración estas zonas, ya que, a la vez representan gran parte de la cantidad de repuestos utilizados dentro del mantenimiento preventivo. Agregamos también que, al tener en consideración las zonas A y B, se tendría un ahorro de \$14,073 en la pérdida que se ve en los sobrecostos de repuestos, a la vez el porcentaje de materiales críticos pasó de 0% a 72.92%.

#### 2.7.6. CRL1: Falta de orden y limpieza en el almacén

##### 2.7.6.1. Descripción de la casusa raíz:

Dentro del área de logística- almacén se puede observar que los materiales y/o repuestos para la atención de posibles mantenimientos no se encuentran específicamente rotulados, ni debidamente ordenados, esto genera que el personal a despachar materiales tenga mayor tiempo en la búsqueda de estos; ocasionando mayor tiempo en la intervención de equipos críticos.

##### 2.7.6.2. Diagnóstico de pérdidas:

En el área de logística se puede observar la falta de orden y limpieza (Anexo n° 1), esto ha generado retrasos en la atención de un material y/o repuesto. Debido a que el personal a cargo primero tiene que ubicar el material y/o repuesto solicitado ese tiempo de búsqueda es de 10 minutos por ubicación y 5 minutos para realizar la entrega, teniendo en cuenta que el almacenero gana 1.70 dólares por hora, el costo total perdido en el periodo Agosto- Noviembre es de \$3,573.86 dólares.

Tabla 20 *Costo de personal*

<b>Personal</b>	<b>Sueldo</b>	<b>Hrs</b>	<b>Costo por hr</b>	<b>Tipo de cambio</b>	<b>Costo por hr</b>
Almacenero logistico-trujillo	S/.1,200.00	8	S/.5.77	\$3.39	\$1.70

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el costo por ubicar el material se multiplicó los minutos de búsqueda por el costo por hora y este a la vez convirtiéndolo a minutos, dando como resultado un costo de \$ 0.28 dólares por minuto; del mismo modo se realizó para determinar el costo por despacho, dando como resultado un costo de \$0.14 dólares por minuto.

Tabla 21 *Costo por ubicar material*

<b>Costo por ubicar material (dólar/min)</b>	<b>Costo por despachar (dólar/min)</b>
10.00	5
\$0.28	\$0.14

Fuente: Elaboración propia.

En base a los costos obtenidos previamente se determinará el Costo Total perdido en el periodo Agosto- Noviembre, teniendo en cuenta el promedio de despachos atendidos por mes.

Tabla 22 *Costo total por despacho de materiales*

Despacho promedio de materiales por día	Despacho promedio de materiales por mes	Costo total agosto-noviembre
5	35	\$3,573.86

Fuente: Elaboración propia.

### 2.7.6.3.Solución propuesta:

La causa raíz se dará solución mediante la aplicación de las 5’S, debido a que el área se encuentra en completo desorden inicialmente se realizará la clasificación en base a las tarjetas rojas.

### SEIRI- CLASIFICACION:

Con el objetivo de eliminar los materiales innecesarios en el área de almacén y lograr un espacio libre y en orden, se utilizará las tarjetas rojas, las cuales serán diseñadas.

Figura 24 *Tarjeta roja*

**TARJETA ROJA**

Información General

Fecha \_\_\_\_\_ Numero tarjeta \_\_\_\_\_

Area \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

Artículo \_\_\_\_\_

**CATEGORIA**

Equipo  Papeleria

Herramientas  Consumibles

Repuesto  Otro

**ACCION SUGERIDA**

AGRUPAR

ELIMINAR

REUBICAR

REPARAR

Fecha para concluir accion \_\_\_\_\_

Comentario \_\_\_\_\_

Responsable \_\_\_\_\_

Fuente: Elaboración Propia.

La imagen muestra el diseño de las tarjetas rojas en base a los criterios observados en el área, estas fueron aplicadas a todos los ítems, con el fin de lograr una clasificación correcta; debido a que se visualizaba repuestos junto a material de oficina como papelería, gomas, lapiceros, etc.

## SEITON- ORDEN

Según Hirano, “Cada elemento debe ordenarse de modo que cualquiera pueda ver dónde se sitúa para cogerlo fácilmente, usarlo y devolverlo al lugar adecuado. El Orden facilita que las actividades de producción o administrativas se realicen de modo que minimice el despilfarro.” (1998, p.76). Esto implica tener un grado de cultura más fuerte y disminuir los tiempos perdidos en buscar los materiales.

### - Guía de ubicación

Con el objetivo de mejorar el orden se ha diseñado el listado de materiales, en donde se observará con mayor facilidad donde se encuentra ubicado, logrando disminuir el tiempo de búsqueda del material.

Figura 25 *Lista de materiales*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	ACCIÓN TOMADA
1	Archivadores	11	Cambiar de lugar
2	Cajas vacias	15	Cambiar de lugar
3	Tintas	20	Cambiar de lugar
4	Papel bond	1	Cambiar de lugar
5	Parlantes	2	Cambiar de lugar
6	Botella vacia	1	Desechar
7	Latas de terocal	2	Desechar

8	Rodajes	32	Reubicar
9	Filtros de Aire	4	Reubicar
10	Aceite	3	Reubicar
11	Silicona	5	Reubicar
12	Mangueras	3	Reubicar
13	Empaquetaduras	50	Reubicar
14	Grasa- lubricante	3	Reubicar
15	Cables	5	Reubicar
16	Oring	5	Reubicar

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla se muestra los elementos innecesarios, estos corresponden al 13%, seguido del 56% de elemento a reubicar para tener un mejor orden y distribución.

### **SEISON- LIMPIAR**

Según Cuatrecasas (2010), la limpieza junto con las anteriores “S” serán la clave del éxito para una optimización, simplificación y estandarización de los deberes que tiene la persona encargada, permitiendo que cada área tenga un mayor grado de autonomía, y por ende se mejore la eficiencia del proceso y los resultados en la empresa.

#### **Sensibilizar y Capacitar al personal**

Con el fin de planificar la limpieza del área, se realizó la sensibilización y capacitación en la importancia de inspeccionar, mantener el orden y limpieza; debido a que mantener el almacén ordenado y limpio, nos permitirá detectar de manera más sencilla los fallos que puedan existir en este, para así solucionarlo a la brevedad posible y prever peligros potenciales.

Tabla 23 *Temario de capacitación*

TEMA	AREA
Qué es el SEISO (LIMPIEZA) y su importancia en el área	Logística
Ventajas de mantener el orden y limpieza en el área de almacenes	Logística
Planificación y seguimiento de la limpieza	Logística

Fuente: Elaboración propia.

Además; se implementará un cronograma y control de limpieza diaria que llevará a cabo la persona encargada del área, teniendo un tiempo de 10 a 15 minutos respectivamente en cada instalación; a la vez se realizará el registro en el formato generado líneas abajo.

Figura 26 Formato de control de limpieza

**LIMPIEZA DE ITEMS DEL AREA DE ALMACEN**

INSTALACIONES	FRECUENCIA	FECHA	ENCARGADO
		HORA	
ANAQUEL PRIMER NIVEL	DIARIA		
ANAQUEL SEGUNDO NIVEL	DIARIA		
ANAQUEL TERCER NIVEL	DIARIA		
ANAQUEL CUARTO NIVEL	DIARIA		
PARIHUELA	MENSUAL		

Fuente: Elaboración propia.

### SEIKETSU- ESTANDARIZAR

Una vez implementado las 3S's (SEIRI, SEITON y SEISO), se procede a crear un cronograma, es decir crear un estándar que permita que éstas se sigan cumpliendo. Debido a que el almacén es pequeño se realizar un check list de cada actividad realizada de la metodología 5S. La cual va a ser realizada por el encargado del almacén con una frecuencia mensual, cabe resaltar que este estándar deberá ser colocado en un lugar visible y ser legible.

Figura 27 Check list 5's

## CHECK LIST- INTERNO

FECHA		PUNTUACION TOTAL	
NOMBRE DEL ENCARGADO		HORA DE INICIO	
TURNO		HORA DE TERMINO	

5S	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	PUNTAJE				
		1	2	3	4	5
CLASIFICACION	clasificación correcta de los ítems					
	Ítems innecesarios mezclados con los necesarios					
	Se ha desechado completamente los items incensarios					
	Se mantiene la correcta clasificación de items					
ORDEN	Los repuestos se encuentran en sus ubicaciones					
	Se utiliza un control o Kardex para controlar el stock					
	Repuestos rotulados con detalle					
	Area visible para el personal					
LIMPIEZA	Se lleno el control de limpieza del área					
	Pisos y anaqueles limpios					
	Personal si asitio a sus capacitaciones					
	Se realizo limpieza e inspeccion					

**NOTA: TODO EVALUACION QUE SE REALICE TIENE QUE RESPETAR LAS POLITICAS EN EL AREA.**

Fuente: Elaboración propia.

### SHITSUKE - DISCIPLINA

La última “S” a implementar es el de la disciplina, la cual busca que el estándar propuesto se practique o se lleve a cabo. Es en esta S en la cual se capacita a todo el personal para que cumplan correctamente todo lo estipulado en el estándar y sensibilización por parte del gerente, y así mejorar la productividad, la rapidez, los costos, la calidad, entre otros beneficios.

#### 2.7.6.4. Impacto de la propuesta de mejora:

a) Objetivos

El objetivo de aplicar esta metodología es que las personas que trabajan en la empresa puedan realizar un trabajo más eficiente y uniforme.

#### b) Beneficios

Los beneficios que ofrece esta metodología son:

- Mayores niveles de seguridad, disminución de accidentes.
- Disminuir los desperdicios.
- Mejorar el ambiente de trabajo.

De esta manera con la aplicación de la herramienta se espera reducir el tiempo de entrega de repuestos de 15min a 5min, es así que las pérdidas pasaran de \$3,573.86 a \$ 1,191.29.

El porcentaje del tiempo óptimo en ubicar y entregar los repuestos incrementó en un 33.33%.

### 2.8. Evaluación Económico – Financiero:

- **Inversión de Herramientas**

#### **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Para el cálculo de los costos se tomó en cuenta 2 aspectos, la cantidad de aceites y filtros que se usarán para la ejecución de los mantenimientos; con respecto a la mano de obra no se costeará debido a que la empresa cuenta con el personal necesario para darle mantenimiento a las máquinas.

En la tabla 11 se muestran los filtros y aceites para realizar los mantenimientos, el código de cada uno al cual se le denomina número de partes, la cantidad a usar de cada uno de estos, el precio de venta y la cantidad a usar anualmente de cada uno de estos de acuerdo al programa anual de mantenimiento preventivo (Figura 8). Esto nos dio un total de \$ 14,869.42 de costo de cada mantenimiento por equipo al año, por lo tanto la inversión para las 20 unidades es de .

Tabla 24.  
*Costo de Materiales*

Descripción	N° Parte	Cantidad	U. M.	Precio	Cantidad anual	Total
Aceite - Motor VDS 4.5	23068345	37	L	\$ 9.09	12	\$ 4,035.96
Filtro de Aceite (Long - Life) – Motor	23658092	2	UND	\$ 39.35	12	\$ 944.40
Filtro de Aceite (By - Pass) – Motor	21707132	1	UND	\$ 41.64	12	\$ 499.68
Filtro de Combustible	22988765	1	UND	\$ 44.17	12	\$ 530.04
Filtro Separador de Agua de Combustible	21380475	1	UND	\$ 81.21	12	\$ 974.52
Filtro de Aire de Admisión Primario	21337557	1	UND	\$ 144.00	6	\$ 864.00
Filtro de Aire de Admisión Secundario	21693755	1	UND	\$ 163.98	6	\$ 983.88
Filtro de Aire de Tanque de Combustible	21743197	1	UND	\$ 37.84	12	\$ 454.08
Aceite de Ralentizador	85136278	6	L	\$ 10.60	6	\$ 381.60
Refrigerante Anticorrosivo	22567321	42	L	\$ 6.60	1	\$ 277.20
Aceite - Puente Posterior	1161279	67	L	\$ 6.01	6	\$ 2,416.02
Aceite - Caja de Cambios	1161280	20	L	\$ 7.01	4	\$ 560.80
Filtro de Aceite - Caja de Cambios	20779040	1	UND	\$ 20.99	4	\$ 83.96
Filtro Secador de Aire	23690622	1	UND	\$ 255.60	4	\$ 1,022.40
Aceite - Dirección Hidraulica	1161995	6	L	\$ 15.25	3	\$ 274.54
Filtro de Dirección Hidraulica	20580233	1	UND	\$ 53.34	3	\$ 160.02

Filtro de Cabina	84425617	1	UND	\$ 72.00	2	\$ 144.00
Grasa Chasis	1161962	2	KG	\$ 10.93	12	\$ 262.32
Total						\$ 14,869.42

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25 *Costo de Herramientas*

Descripción	Cantidad	Precio	Total
Saca filtros	2	\$ 39.21	\$ 78.42
Aceitera Manual 20L	5	\$ 131.71	\$ 658.55
Engrasadora Manual 12 Kg	1	\$ 82.99	\$ 82.99
Dado de 32mm	1	\$ 19.33	\$ 19.33
Palanca en L de 1/2"	1	\$ 3.65	\$ 3.65
Embudo de metal	1	\$ 10.89	\$ 10.89
Llave hexagonal de 12"	1	\$ 41.47	\$ 41.47
Comba de 1.3Kg	1	\$ 11.03	\$ 11.03
Total			\$ 906.33

Fuente: Elaboración propia

En total el costo de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo es de \$ 15 775.75.

## PLAN DE CAPACITACION

Tabla 26 *Inversión de Plan de Capacitación*

TEMA	DURACIÓN	INVERSIÓN
Fundamentos de Mecánica	3 MESES	\$ 1,372.00
Mantenimiento de Motores Diesel de Equipo Pesado	3 MESES	\$ 1,372.00
Mantenimiento Hidráulico (Maquinaria Pesada)	3 MESES	\$ 1,372.00
Mantenimiento de Tren de Fuerza	3 MESES	\$ 1,372.00

TOTAL           \$ 5,488.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27 *Inversión Materiales Plan de Capacitación*

<b>Materiales/equipos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Paquete de hojas bond A4 80 gr.	4	\$ 2.61	\$ 10.44
Lapiceros	10	\$ 0.26	\$ 2.60
Folders	10	\$ 1.36	\$ 13.60
Kit de tinta para impresora EPSON	1	\$ 140.93	\$ 140.93
		<b>Total</b>	<b>\$ 167.57</b>

Fuente: Elaboración propia

La inversión total para la propuesta de un plan de capacitación en el personal para el mantenimiento preventivo suma un total de \$5,655.57; las capacitaciones tienen un total de 240 horas, tomando en cuenta 50 minutos como una hora académica en un plazo de 12 meses para los 10 trabajadores del área de mantenimiento.

### CLASIFICACIÓN ABC

Dentro del sistema de clasificación ABC se hará uso del personal encargado del área de almacén-logística para lo cual solo se generarán costos por sus servicios prestados, que se detallara en las siguientes tablas.

Tabla 28 *Costo Clasificación ABC*

<b>Actividades</b>	<b>Encargados</b>	<b>Horas</b>	<b>Nº de personas</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Total</b>
Recolección de datos y entrevistas con el personal	Logística Trujillo	3	1	\$2,13	\$6,38
	Logística Mina	3	1	\$2,13	\$6,38

Revisión del inventario en el sistema	Logística Trujillo	2	1	\$2,13	\$4,25
	Logística Mina	2	1	\$2,13	\$4,25
Cronograma de actividades	Logística Trujillo	1	1	\$2,13	\$2,13
	Logística Mina	1	1	\$2,13	\$2,13
Creación de la clasificación ABC en Microsoft Excel	Logística Trujillo	4	1	\$2,13	\$8,51
	Logística Mina	4	1	\$2,13	\$8,51
Prueba del sistema de clasificación	Logística Trujillo	4	1	\$2,13	\$8,51
	Logística Mina	4	1	\$2,13	\$8,51
<b>Total</b>					<b>\$59,56</b>

Fuente: Elaboración propia

A la vez, se tendrá capacitaciones donde se tendrá mayores horas de modo que el personal encargado comprenda a fondo los temas y se en cuenten calificados para el uso correcto de la herramienta.

Tabla 29 *Costo Capacitación ABC*

Capacitaciones	Participantes	Número de horas	Número de personas	Costo unitario	Costo Total
Clasificación ABC y sus ventajas	Logística Trujillo	4	1	\$2,13	\$8,51
	Logística Mina	4	1	\$2,13	\$8,51
Procedimiento y seguimiento del ABC	Logística Trujillo	5	1	\$2,13	\$10,64
	Logística Mina	5	1	\$2,13	\$10,64
<b>Total</b>					<b>\$38,29</b>

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la implementación de la Clasificación ABC, no se necesitará materiales y/o equipos, debido a que la empresa CORESA S.A. cuenta con computadoras en el área de almacén-logística.

Para lograr la implementación de esta herramienta, la inversión total es de \$97,86 donde se verá incluido las capacitaciones y el personal requerido.

Tabla 30 *Plan de capacitación 5'S*

Capacitaciones	Participantes	Número de horas	Número de personas	Costo unitario	Costo Total
Qué es el SEISO (LIMPIEZA) y su importancia en el área	Logística Trujillo	0.15	1	\$2.13	\$0.32
	Logística Mina	0.15	1	\$2.13	\$0.32
Ventajas de mantener el orden y limpieza en el área de almacenes	Logística Trujillo	0.20	1	\$2.13	\$0.43
	Logística Mina	0.20	1	\$2.13	\$0.43
Planificación y seguimiento de la limpieza	Logística Trujillo	0.15	1	\$2.13	\$0.32
	Logística Mina	0.15	1	\$2.13	\$0.32
<b>Total en capacitaciones al personal</b>					<b>\$1.49</b>

Fuente: Elaboración Propia.

- **Flujo de caja proyectado**

Tabla 31 *Flujo de caja proyectado*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
<b>Inversión</b>														
Herramientas Mantenimiento Preventivo	-906.33													
Kit mantenimiento preventivo anual	-297388.40													
<b>Ingresos</b>														
Mejora Programa de Mantp. Prev.	74698.74	74698.74	74698.74	74698.74	74698.74	90385.48	109366.43	132333.37	160123.38	193749.29	234436.65	283668.34	343238.69	1846096.59
Mejora Gestión de Documentación	4331.46	4331.46	4331.46	4331.46	4331.46	5241.06	6341.69	7673.44	9284.86	11234.69	13593.97	16448.70	19902.93	107047.17
Mejora Plan de Cap. Personal de Manto.	13227.20	13227.20	13227.20	13227.20	13227.20	16004.91	19365.94	23432.79	28353.68	34307.95	41512.62	50230.27	60778.63	326895.59
Mejora Est. de Procesos de Compra	9790.00	9790.00	9790.00	9790.00	9790.00	11845.90	14333.54	17343.58	20985.73	25392.74	30725.21	37177.51	44984.79	241949.00
Mejora Clasificación ABC	3518.25	3518.25	3518.25	3518.25	3518.25	4257.08	5151.07	6232.79	7541.68	9125.43	11041.78	13360.55	16166.26	86949.65
Mejora 5's	595.64	595.64	595.64	595.64	595.64	720.73	872.08	1055.22	1276.81	1544.94	1869.38	2261.95	2736.96	14720.64
<b>Total Ingresos</b>	106161.29	106161.29	106161.29	106161.29	106161.29	128455.16	155430.74	188071.20	227566.15	275355.05	333179.61	403147.32	487808.26	2623658.65
<b>Egresos</b>														
Plan de cap. área de manto.	471.30	471.30	471.30	471.30	471.30	471.30	471.30	471.30	471.30	471.30	471.30	471.30	471.30	5655.57
Plan de capacitación clasificación ABC	59.56													
Plan de capacitación 5's	38.29													
<b>Total Egresos</b>	569.15	471.30	471.30	471.30	471.30	471.30	471.30	471.30	471.30	471.30	471.30	471.30	471.30	5753.42
<b>Flujo bruto</b>	105592.14	105689.99	105689.99	105689.99	105689.99	127983.86	154959.45	187599.90	227094.86	274883.75	332708.31	402676.02	487336.96	2617905.23
<b>Impuesto a la renta</b>	31677.64	31707.00	31707.00	31707.00	31707.00	38395.16	46487.83	56279.97	68128.46	82465.12	99812.49	120802.81	146201.09	785371.57
<b>Flujo neto</b>	-298294.73	73914.50	73982.99	73982.99	73982.99	89588.70	108471.61	131319.93	158966.40	192418.62	232895.82	281873.22	341135.87	

Fuente: Elaboración Propia

<b>TMAR</b>	<b>18.37%</b>
<b>TIR</b>	31%
<b>VAN</b>	\$190,224.03
<b>B/C</b>	\$2.57
<b>VAN</b>	\$488,518.76
<b>INGRESOS</b>	
<b>VAN EGRESOS</b>	\$190,224.03

Tabla 32 *Estado de Resultados*

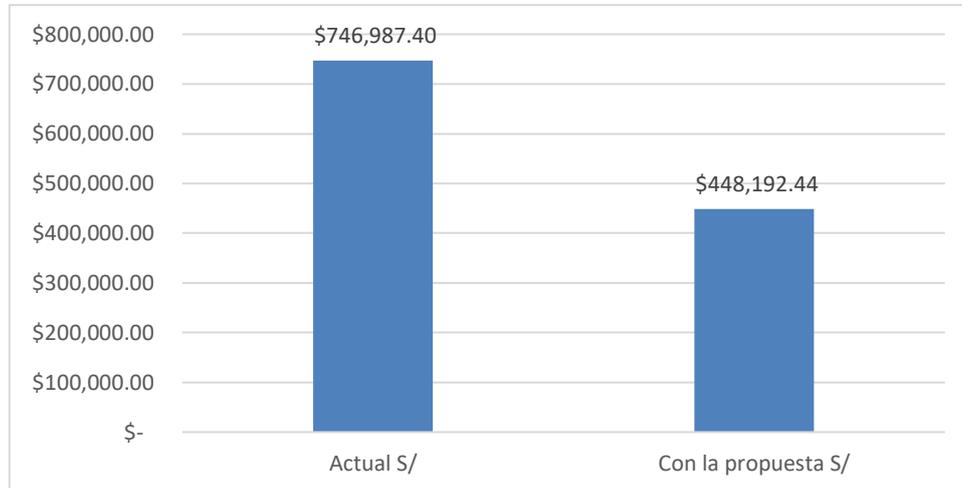
	<b>Actual</b>	<b>Con la propuesta</b>
<b>Valor horas trabajadas de volquetes</b>	\$ 4,227,037.82	\$ 4,227,037.82
Incremento de horas trabajadas por mantenimiento preventivo		\$ 2,172,992.18
Reducción de tiempo de detección de fallas		\$ 107,047.17
Reducción de compras de emergencia		\$ 328,898.65
Reducción tiempo en ubicar y entregar repuestos		\$ 14,720.64
<b>Costo</b>	\$ 3,693,932.54	\$ 6,027,726.79
<b>Utilidad Operativa</b>	\$ 533,105.28	\$ 822,969.68
<b>Gastos Financieros</b>	\$ -	\$ -
<b>Utilidad antes de participación e impuestos</b>	\$ 533,105.28	\$ 822,969.68
<b>Impuesto a la renta</b>	\$ 159,931.58	\$ 246,890.90
<b>Utilidad renta</b>	\$ 373,173.69	\$ 576,078.77
<b>Reserva 10%</b>	\$ -	\$ -
<b>Resultado del ejercicio</b>	\$ 373,173.69	\$ 576,078.77
<b>Rentabilidad</b>	9%	14%

Fuente: Elaboración Propia.

**CAPÍTULO III: RESULTADOS**

**3.1. Resultados Gestión de Mantenimiento:**

**CRM3 Mala planificación de los mantenimientos preventivos**



*Figura 28 Pérdida por Mala planificación de los mantenimientos Actual vs Con la propuesta*

Fuente: Elaboración Propia.

**CRM1 Falta de documentación del área de mantenimiento**



*Figura 29 Pérdida por falta de documentación del área de mantenimiento Actual vs Con la propuesta*

Fuente: Elaboración Propia

CRM2 Falta de capacitación de operadores y mecánicos

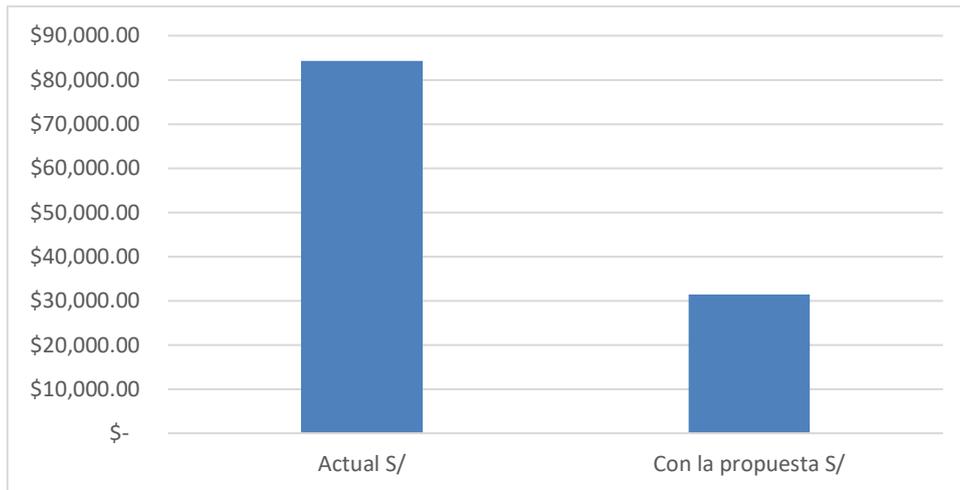


Figura 30 Falta de capacitación de operadores y mecánicos Actual vs Con la propuesta

Fuente: Elaboración Propia.

**3.2. Resultados Gestión Logística:**

CRL2 Ausencia de estandarización en procesos de compra

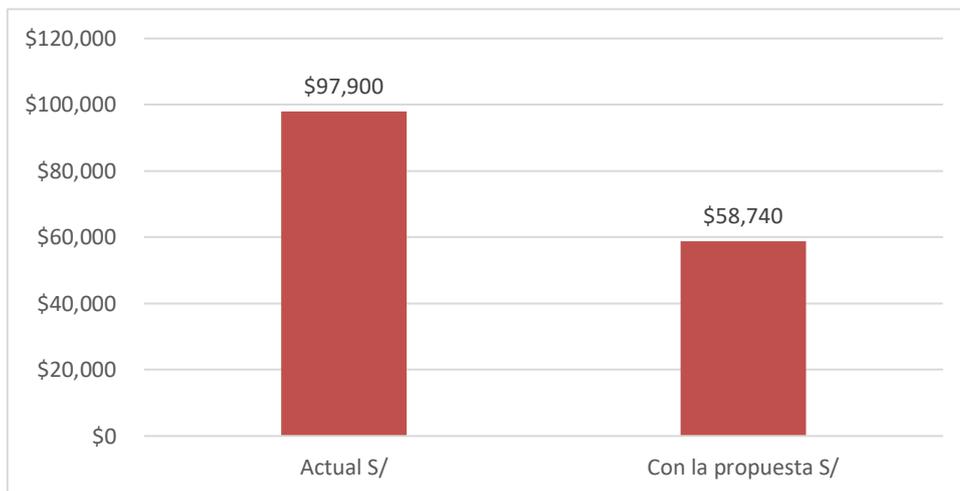


Figura 31 Ausencia de estandarización de procesos de compra Actual vs Con la propuesta

Fuente: Elaboración Propia.

CRL4 Ausencia de gestión en el control de inventario



Figura 32 Ausencia de gestión de control de inventario Actual vs Con la propuesta

Fuente: Elaboración Propia.

CRL1 Falta de orden y limpieza en el almacén

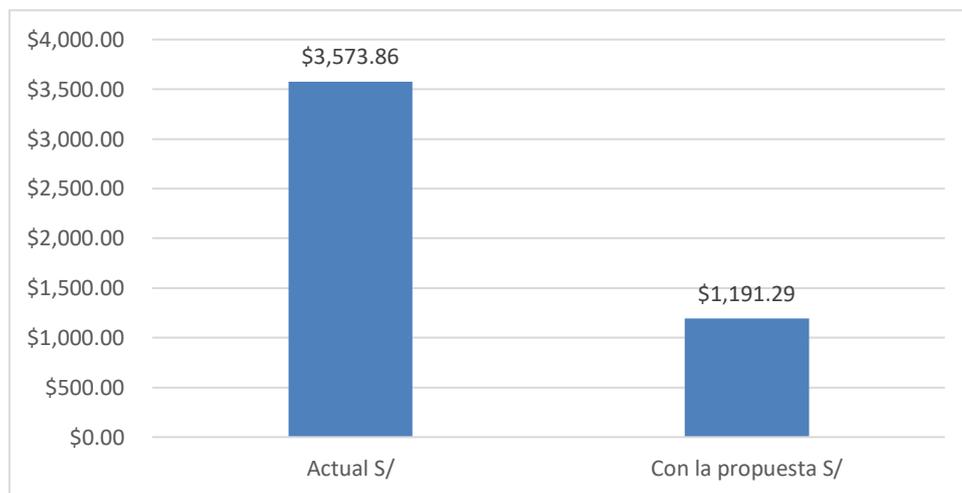


Figura 33 Falta de orden y limpieza en almacén Actual vs Con la propuesta

Fuente: Elaboración Propia.

## **CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

### 4.1. Discusión:

El desarrollo del plan de mantenimiento, dio como resultado el cálculo de los indicadores de disponibilidad, en una jornada de trabajo de 12000 horas al mes, de los 20 equipos resultando que la disponibilidad actual es en promedio de 65% ya que muchos de los equipos que están fallando dejaban de trabajar por largos periodos, lo que hace que disminuyan las ganancias de manera muy considerable, es por ello que luego de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo aumento la disponibilidad a 81%. Asimismo, Ramos (2010) “Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C” Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. En su investigación, obtuvo como resultados que los tiempos para reparar y la cantidad de fallas se tomaron en un periodo de un año, con un jornal de 8 a 6 horas a la semana, con 2304 horas promedio de operación promedio de operación de las maquinas del taller de maestranza en el periodo 2016. Se tomaron 23 máquinas en total, que según el análisis de criticidad quedaron solo 4, éstas necesitaban un mejor monitoreo y programación de mantenimiento preventivo. Se logró aumentar la disponibilidad con la mejora del plan de mantenimiento preventivo, siendo la disponibilidad 65% antes de la aplicación de la herramienta, aumentando en 16%, siendo esta 81%. Su disponibilidad es mucho mayor debido a que mediante el uso del análisis de criticidad encontraron que solo 4 del total de sus equipos, en cambio el cálculo de la disponibilidad se realizó con todos los equipos por lo que es mucho más probable que esta disminuya. Sin embargo, la disponibilidad de sus equipos después de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo solamente aumentó en un 10.07%, y en la presente investigación se logró incrementar la disponibilidad en 45.89%, debido a que las horas de mantenimiento se redujeron a 133.12 al mes.

La propuesta de mejora de gestión logística, con la aplicación de la herramienta Clasificación ABC; se obtuvo la cantidad utilizada en los meses y su monetización respectiva, dando a conocer la pérdida que se tiene por el inadecuado control en los repuestos, generando en total una pérdida de \$34,382, se evaluó el porcentaje de inversión que representan las zonas A y B, el personal encargado debe tener un mayor énfasis en la cantidad de repuestos a tener, es por ellos que se toma en consideración estas zonas, lo cual representa un 72.96%, disminuyendo los costos en \$ 20,309. Por otro lado la aplicación de la herramienta 5'S, se desarrolló debido a que los materiales y/o repuestos para la atención de posibles mantenimientos no se encuentran específicamente rotulados, ni debidamente ordenados, esto genera que el personal a despachar materiales tenga mayor tiempo en la búsqueda de estos, generando una pérdida de \$3,573.86, con la aplicación de esta se tuvo beneficios como, disminución de los desperdicios, mejor ambiente de trabajo, reducción de tiempo de ubicación y entrega de repuestos. De esta manera con la aplicación de la herramienta se redujo el tiempo de entrega de repuestos de 15min a 5min, es así que las pérdidas pasaron de \$3,573.86 a \$ 1,191.29. El porcentaje del tiempo óptimo en ubicar y entregar los repuestos incrementó en un 33.33%. Calderón (2018) “Propuesta De Mejora En La Gestión Logística Del Mantenimiento Preventivo De Equipos De Bombeo Vertical Tipo Turbina Para Reducir Los Costos Operativos De La Empresa Cartavio S.A.A.”, Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. En la cual luego de la aplicación de las herramientas: Clasificación ABC, generó que los costos de reaprovisionamiento de materiales disminuya de S/ 32,445.42 a S/ 14,544.50, con un costo de implementación de S/ 3,450.00. Del mismo modo aplicó la herramienta 5'S. Lo cual ocasionaba que tenga una pérdida de S/ 35,789.98, lo que después de la implementación de la herramienta se redujo a S/ 13,421.24; el coste de implementación de esta fue de S/ 5,580.00.

Por otro lado, Añazco & Salazar (2016) “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo planificado de máquinas y equipos, para incrementar la rentabilidad en consorcio A&A SRL - Cajamarca”, Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. En su investigación lograron que luego de su aplicación Del Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado, se estimó que incrementaría la rentabilidad en un 10% disminuyendo de 7 a 8 horas el tiempo invertido para cada mantenimiento e incrementado la productividad con horas adicionales, de 200 a 220 horas adicionales, lo que demuestra que hay 20 horas más de producción y rentabilidad.

Por otro lado en la evaluación económica financiera se obtuvo VAN de \$488,518.76, un TIR de 31% y un B/C \$2.57; asimismo Olivares & Tam (2017) “Propuesta De Un Sistema De Mantenimiento Y Logística Para Incrementar La Rentabilidad De La Empresa Transportes Rodrigo Carranza S.A.C” Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Elaborando así un sistema de mantenimiento y logística, basado en la aplicación del mantenimiento predictivo, proceso de selección de proveedores, selección de repuestos críticos, además determinó la cantidad de éstos en almacén en función a la tasa de fallas. Realizando una evaluación económica – financiera obteniendo un VAN de S/ 386 968.00, un TIR de 25.7% y un B/C de 1.14 lo cual indica que el proyecto es rentable. En los casos el VAN indica que el proyecto crea valor, el TIR indica que el proyecto de inversión será aceptado y el B/C indica que los beneficios son mayores que los costos. En la segunda investigación consiguieron un mayor TIR debido a que su inversión es mucho menor, el B/C es mucho menor debido a que los costos son bastantes altos.

## 4.2. Conclusiones:

- Se determinó que la propuesta de mejora en las áreas de mantenimiento y logística tiene un impacto positivo sobre la rentabilidad en la empresa de servicio de transporte de carga pesada en la ciudad de Trujillo-2020, debido a que antes de la propuesta la rentabilidad era de 9%, con el desarrollo de las herramientas la rentabilidad incrementó a 14%.

- Se realizó el diagnóstico del área de mantenimiento de la empresa de servicio de transporte de carga pesada en la ciudad de Trujillo-2020, encontrando que los principales problemas son: Mala planificación de los mantenimientos preventivos, debido a que no hay un control exacto de cuándo deben realizarse, que tipo de mantenimiento realizar, y que no siempre se cuenta con un stock de filtros y aceites necesarios para poder realizarlos. Falta de documentación del área de mantenimiento, debido a que los equipos no cuentan con la documentación como historial de fallas, mantenimientos preventivos realizados con anterioridad, check list pre-uso de equipos, etc. Esto origina que el área de mantenimiento se tome más tiempo de lo necesario para poder detectar las fallas y darle solución. Falta de capacitación a operadores y mecánicos, la operación tiene tiempos muertos debido a que no todo el personal de mantenimiento se encuentra capacitado para realizar el mantenimiento preventivo que asegure que todas las tareas se están realizando y que se hagan de la misma manera.

- Se realizó el diagnóstico del área de logística de la empresa de servicio de transporte de carga pesada en la ciudad de Trujillo-2020, encontrando que los principales problemas son: Ausencia de estandarización en procesos de compra venido realizando compras en base a criterios muy básicos. Esto origina que el procedimiento sea ineficiente, mayor tiempo de parada por falta de despacho de repuestos. Ausencia de gestión en el control de inventario, genera que no se tenga un registro adecuado, ocasionando que las entradas y salidas de los

repuestos no sean sinceradas, ya que no se sabe con total claridad la cantidad de repuestos que se encuentran en el almacén. Falta de orden y limpieza en el almacén, debido a que los materiales y repuestos para la atención de posibles mantenimientos no se encuentran específicamente rotulados, ni debidamente ordenados, esto genera que el personal a despachar materiales tenga mayor tiempo en la búsqueda de estos

- Se desarrolló un plan de mantenimiento preventivo del área de mantenimiento de la empresa de servicio de transporte de carga pesada en la ciudad de Trujillo-2020. El cual consistió en la elaboración de un plan que contiene la descripción de los sistemas a los cuales se les debe realizar el mantenimiento, la cantidad de aceites y filtros a usar por cada mantenimiento y el intervalo de horas que se debe realizar cada mantenimiento; del mismo modo se elaboró un cronograma de mantenimientos con los horómetros actuales para poder pronosticar los mantenimientos futuros. Asimismo, se elaboró formatos de check-list pre-uso de equipos, solicitud de mantenimiento y orden de trabajo; con el fin de tener un historial de cada uno de los mantenimientos realizados y poder detectar las fallas con mayor rapidez. Por último se elaboró el plan de capacitación para cada uno de los integrantes del área de mantenimiento, con el fin de que todos realicen con más eficiencia y cumplan con todos los pasos.

- Se desarrolló un plan de logística del área de logística de la empresa de servicio de transporte de carga pesada en la ciudad de Trujillo-2020. El cual consistió en la elaboración de herramientas como Estandarización de procesos de compra, para esto se elaboraron los formatos que el área de logística debe llenar para poder tener un registro adecuado de materiales, proveedores, marcas, etc. Del mismo modo se elaboró la clasificación ABC de los repuestos, se determinó los repuestos críticos que serán posteriormente programados. Se basó en los criterios de la empresa, siendo los artículos pertenecientes a la categoría A son los más valiosos con un porcentaje menor e igual a 35%, categoría B tienen una importancia secundaria

con un porcentaje de 19% y los que pertenecen a la categoría C son los menos valioso con un porcentaje de 46%, Por último se usó la herramienta 5´S, en la cual se realizó la identificación y separación de los repuestos defectuosos e innecesarios, se ordenó, ubicó e identificó los repuestos únicamente necesarios, procediendo con la limpieza del almacén, por último se realizó el programa de capacitación para todo el personal de almacén.

- Se realizó la evaluación económico – financiero de la propuesta de mejora en las áreas de mantenimiento y logística sobre la rentabilidad en la empresa de servicio de transporte de carga pesada en la ciudad de Trujillo-2020, en un periodo de 12 meses, dando como resultado el incremento de la rentabilidad, pasando de 9% a 14%. La propuesta es rentable.

VAN: \$190,224.03

TIR: 31%

B/C: \$2.57

## REFERENCIAS

Rumbo Minero (2016) *Camiones y volquetes: TRANSPORTE SEGURO Y EFICIENTE PARA*

*MINAS*. Recuperado el 27 de Enero de 2023, de

<https://www.rumbominero.com/revista/informes/camiones-y-volquetes-transporte-seguro-y-eficiente-para-minas/>

COMEX - Sociedad de Comercio Exterior Del Perú (2021) *Un país Minero con inversión*

*Minera estancada*. Recuperado el 27 de Enero de 2023, de

<https://www.comexperu.org.pe/articulo/un-pais-minero-con-inversion-minera-estancada-que-nos-espera>

Cámara de Comercio y Producción de La Libertad (2029) *La Libertad es líder en producción*

*de Oro a nivel nacional*. Recuperado el 27 de Enero de 2023, de

<http://www.camaratru.org.pe/web2/index.php/jstuff/noticias-destacadas/item/4253-la-libertad-es-lider-en-produccion-de-oro-a-nivel-nacional>

Rumbo Minero(2020) *Contratistas mineros: Empresas que aseguran el éxito de las*

*Operaciones*. Recuperado el 27 de Enero de 2023, de [Contratistas mineros: Empresas](#)

[que aseguran el éxito de las Operaciones | Rumbo Minero](#)

Ballou, R. H. (1991). *Logística empresarial: control y planificación*.

Esteban Nieto, N. (2018). Tipos de investigación.

Carrillo Barrera, M. V. (2019). LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO Y LA

DISPONIBILIDAD EN LA MAQUINARIA PESADA DEL GOBIERNO

AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN MERA

(Bachelor's thesis, Ambato: Universidad Tecnológica Indoamérica).

- Rizzo Velásquez, M. (2019). PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VEHICULOS Y MAQUINARIA PESADA PARA LA EMPRESA DE TRANSPORTE Y SERVICIOS DE COLOMBIA TRASERCOL SAS, UBICADA EN SAN MARTIN-CESAR (Doctoral dissertation).
- Campos Vera, I. A. (2018). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la rentabilidad en la Empresa de Transporte Sayvan EIRL.
- Ramos Sparrow, J. O. (2018). Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta Metal Drill SAC.
- Calderón Castillo, C. A. Propuesta de mejora en la gestión logística del mantenimiento preventivo de equipos de bombeo vertical tipo turbina para reducir los costos operativos de la empresa Cartavio SA A.
- Tam Lujan, C. A., & Olivares Sánchez, F. Propuesta de un sistema de mantenimiento y logística para incrementar la rentabilidad de la empresa Transportes Rodrigo Carranza SAC.
- Cuatrecasas, L. y Torrell, F. (2010). TPM en un entorno Lean Management. (1era Ed.). Profit Editorial. España.
- Grajales, D. H. M., Candelario, M. P., & Sánchez, Y. O. (2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia et technica*, *1*(30), 155-160.
- Olarte, W., Botero, M., & Cañon, B. (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Scientia Et Technica*. [En línea] Recuperado el 01 de Setiembre del 2016 de: ISSN 0122- 1701

- Oliva, Karim; Arellano, Madelein; López, María; Soler, Karen (2010). Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia. Revista Venezolana de Gerencia, Vol. 15, Núm. 49, Venezuela, Centro de Estudios de la Empresa, Universidad del Zulia.
- Galván, D. (2012). Análisis de la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante el modelo de Opciones Reales. (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de México, México.
- Ortiz Useche, Alexis, & Rodríguez Monroy, Carlos, & Izquierdo, Henry (2013). Gestión de mantenimiento en pymes industriales. Revista Venezolana de Gerencia, 18(61),86-104. [fecha de Consulta 25 de Mayo de 2020]. ISSN: 1315-9984. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=290/29026161004>
- Alavedra-Flores, C., Gastelu-Pinedo, Y., Méndez-Orellana, G., Minaya-Luna, C., Pineda-Ocas, B., Prieto-Gilio, K., ... & Moreno-Rojo, C. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. Ingeniería industrial, (034), 11-26.
- Hung, Alberto J. (2009). Mantenimiento centrado en la confiabilidad como estrategia para apoyar los indicadores de disponibilidad y paradas forzadas en la Planta Oscar A. Machado EDC. Ingeniería Energética, XXX(2),13-19.[fecha de Consulta 25 de Mayo de 2020]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3291/329127741002>
- Galar, Diego, & Berges, Luis, & Lambán, M<sup>a</sup> Pilar, & Tormos, Bernardo (2014). La medición de la eficiencia de la función mantenimiento a través de KPIs financieros. Dyna, 81(184),102-109.[fecha de Consulta 16 de Septiembre de 2020]. ISSN: 0012-7353. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496/49630405014>

Romo Bacco, C. E., Valdivia Flores, A. G., Carranza Trinidad, R. G., Cámara Córdova, J.,  
Zavala Arias, M. P., Flores Ancira, E., & Espinosa García, J. A. (2014).  
Garrido, S. G. (2010). La contratación del mantenimiento industrial. Díaz de Santos.

## ANEXOS

### Anexo N° 1 Almacén de la empresa



*Anexo N° 2 Almacén de la empresa*



