

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
EN FLOTA DE TRANSPORTE DE CARGA PESADA Y
LOGÍSTICA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

LOPEZ SALDARRIAGA, DENCIL JOAQUÍN

Callao, noviembre de 2019

PERÚ

DEDICATORIA

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

A mi Alma Mater la Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, por las enseñanzas adquiridas, a mis profesores por su tiempo, dedicación y asesoría, a mis amigos y compañeros por su amistad. Y por último y no menos importante al personal administrativo por su gran apoyo a lo largo de mis años universitarios.

AGRADECIMIENTO

A mis queridos padres por su amor, dedicación, esfuerzo y sacrificio, para sacarnos adelante a mí y mis hermanos, a ellos mi eterno agradecimiento.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	II
ÍNDICE DE FIGURAS	III
CONTEXTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.1.OBJETIVOS	2
1.1.1. Objetivo general	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
1.2.ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	2
1.2.1. Antecedentes históricos	2
1.2.2. Filosofía empresarial	3
1.2.3. Estructura organizacional	5
2.1.MARCO TEÓRICO	7
2.1.1. Bases teóricas	7
2.1.2. Aspectos normativos	17
2.1.3. Simbología técnica	18
2.2.DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS	19
2.2.1. Etapas de las actividades	21
2.2.2. Diagrama de flujo	22
2.2.3. Cronograma de actividades	23
3.1.EVALUACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICO	24
3.2.ANÁLISIS DE RESULTADOS	26
3.2.1. Fichas técnicas	26
3.2.2. Hojas de vida de la maquinaria	34
3.2.3 Plan de Mantenimiento Preventivo	36
3.2.4. Indicadores	38
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	43
4.1.DISCUSIÓN	43
4.2.CONCLUSIONES	44
V. BIBLIOGRAFÍA	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma de actividades	23
Tabla 2. Costo de operación de los volquetes	25
Tabla 3. Ganancia aplicando el Plan de Mantenimiento	25
Tabla 4. Especificaciones técnicas motor Volquete T-LIFT 375 6X4	26
Tabla 5. Especificaciones técnicas Peso del volquete T-LIFT 375 6X4	27
Tabla 6. Especificaciones técnicas motor Volquete KINGRUN 20V	27
Tabla 7. Especificaciones técnicas peso Volquete KINGRUN 20V	28
Tabla 8. Especificaciones técnicas motor Volquete KINGRUN 33	29
Tabla 9. Especificaciones técnicas peso Volquete KINGRUN 33	30
Tabla 10. Especificaciones técnicas motor Volquete T-LIFT 420 6X4	30
Tabla 11. Especificaciones técnicas motor Volquete T-LIFT 420 6X4	31
Tabla 12. Especificaciones técnicas motor Volquete KINGRUN 18 GNV	32
Tabla 13. Especificaciones técnicas peso Volquete KINGRUN 18 GNV	32
Tabla 14. Especificaciones técnicas motor Volquete KINGRUN 20 GNV	33
Tabla 15. Especificaciones técnicas peso volquete KINGRUN 20 GNV	33
Tabla 16. Mantenimiento de volquete TF-LIFT 375 6X4	34
Tabla 17. Mantenimiento de volquete KINGRUN 20V	34
Tabla 18. Mantenimiento volquete KINGRUN 33	35
Tabla 19. Mantenimiento volquete T-LIFT 420 6X4	35
Tabla 20. Mantenimiento volquete KINGRUN 20 GNV	36
Tabla 21. Mantenimiento volquete KINGRUN 18 GNV	36
Tabla 22. Plan de Mantenimiento T-LIFT 375 6X4	37
Tabla 23. Plan de Mantenimiento KINGRUN 20V	37
Tabla 24. Plan de Mantenimiento KINGRUN 33	37
Tabla 25. Plan de Mantenimiento T-LIFT 420 6X4	37
Tabla 26. Plan de Mantenimiento KINGRUN 20 GNV	38
Tabla 27. Plan de Mantenimiento KINGRUN 20 GNV	38
Tabla 28. Disponibilidad según tipo de volquete	39
Tabla 29. Tiempo promedio entre fallas de cada volquete	40
Tabla 30. Tiempo medio de reparación	41
Tabla 31. Confiabilidad según el tipo de volquete	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la empresa.....	6
Figura 2. Evolución del Mantenimiento.....	8
Figura 3. Evolución de las fallas	15
Figura 4. Tasa de fallas versus tiempo.....	16
Figura 5. Simbología de transporte de cargas pesadas.....	19
Figura 6. Diagrama de flujo de las actividades a realizar.....	22
Figura 7. Volquete T-LIFT 375 6X4	26
Figura 8. Volquete KINGRUN 20V	27
Figura 9. Volquete KINGRUN 33.....	29
Figura 10. Volquete T-LIFT 375 6X4	30
Figura 11. Volquete KINGRUN 18 GNV.....	31
Figura 12. Volquete KINGRUN 20 GNV.....	32

I. ASPECTOS GENERALES

Contexto de la realidad problemática

La empresa en estudio se dedica al transporte de carga pesada y logística a nivel nacional. Iniciaron sus operaciones en el año 1999, con el propósito de satisfacer las necesidades de transporte terrestre de los clientes.

Es fundamental contar con una buena gestión empresarial del mantenimiento, ya que es una se garantiza la disponibilidad del activo y el control de costos del mismo durante su vida útil. Para tener una alta probabilidad de tener la disponibilidad requerida, bajos costos.

De acuerdo a trabajos anteriores relacionados al mantenimiento, se debe asegurar la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, de acuerdo a los requerimientos del equipo, en función de su vida útil, del estado operativo que tenga en el momento de inicio de la aplicación del plan de mantenimiento y de las condiciones operativas y del entorno. De esta forma se podrá contar con un mayor control sobre el estado operativo y el grado de desgaste que se desarrolla, asimismo, la manera de eliminar o disminuir el impacto de las causas de las fallas.

Los equipos que se encuentran en operación en la compañía presentan diversas fallas que afectan su normal funcionamiento, ya que se realizan reparaciones cuando se presentan averías. Lo que conlleva a altos costos en la ejecución de mantenimiento correctivo; así como también a un desgaste acelerado de las unidades, incapacidad para brindar respuestas oportunas a requerimientos de los usuarios y ausencia de mecanismos para evaluar la eficiencia de la gestión aplicada.

Entre las causas principales de los problemas mencionados, se encontró la ausencia de una planificación de mantenimiento preventivo, ya que las

actividades no se han establecido de manera formal. Así como también está la ausencia de los indicadores relacionados.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo en los equipos de la flota de transporte de carga pesada y logística

1.1.2. Objetivos específicos

- Recopilar información con respecto a los requerimientos del mantenimiento preventivo de los equipos de la flota de transporte de carga pesada y logística, para proponer una estrategia de gestión.
- Estructurar procedimientos en formatos específicos para supervisar cada unidad de transporte de carga pesada y logística.
- Aplicar la metodología de gestión de mantenimiento preventivo, para garantizar buenas condiciones de operatividad de las unidades de transporte de carga pesada y logística

1.2. Organización de la empresa

1.2.1. Antecedentes históricos

La empresa de transporte fue fundada en el 1999, época en la cual el dueño de la compañía contaba con cuatro camiones, unidades con las que realizaba todo tipo de carga.

Al notar que los clientes crecían de forma exponencial, junto con ello sus necesidades, se vio en la obligación de aumentar la flota, de esta forma se adquirió una mayor cantidad de camiones y se trazaron el objetivo de dedicarse a cargas que sean más pesadas y complejas, por lo que deberían adquirir unidades de mayor envergadura, lo cual lograron a inicios del año 2005.

A partir de dicha fecha, se empezó de manera constante a recorrer diversas carreteras del Perú transportando carga pesada y logística, para lo cual ha adquirido diferentes modelos de volquetes de la empresa DongFeng.

1.2.2. Filosofía empresarial

La empresa dentro de su filosofía empresarial cuenta con lo siguiente:

Misión:

Somos una empresa de transporte comprometida en brindar y garantizar un servicio de transporte de primera calidad reconocida por los clientes, basado en el control de flota de vanguardia en el servicio de transporte industrial, cargas, materiales y arriendo de maquinarias.

Visión:

Ser líderes y reconocidos en el mercado como una empresa de transporte industrial, carga y arriendo de maquinarias de excelencia a nivel nacional.

Valores:

- Responsabilidad
- Transparencia
- Integridad
- Disciplina
- Trabajo en Equipo
- Honestidad

Políticas

a) Política de Seguridad y Salud en el Trabajo: La empresa está comprometida a esforzarse de forma continua para prevenir todo

accidente que involucre daños personales o materiales, así como las enfermedades ocupacionales, controlando los riesgos de seguridad relacionados a sus operaciones, para lo cual estableció:

- Conducir las operaciones de tal manera que proteja a sus trabajadores, ya que ninguna operación es tan importante y ninguna orden tan urgente que no se puede tener el cuidado pertinente para realizar el trabajo de una forma segura y saludable, promoviendo un trabajo bien hecho y sin accidentes.
- Promover el comportamiento seguro y la mejora continua del personal a través de la comunicación, capacitación y participación activa del personal en el control de los riesgos existentes en las operaciones.
- Responder de forma eficaz y segura a los accidentes que sean resultado de alguna operación de la empresa.

b) Política Ambiental: La empresa, cuyas operaciones se centran en el transporte terrestre de mercaderías e insumos en general a nivel nacional; incluyendo el almacenaje de mercadería de tránsito, servicio de alquiler de maquinarias para actividades de movimiento de tierras para obras civiles; tiene en consideración el cuidado del medio ambiente; por lo que tiene el compromiso a lo siguiente:

1. Proteger el medio ambiente a través de la prevención de la contaminación, reduciendo y/o eliminando los impactos ambientales en los procesos.
2. Cumplir con las normas legales y requisitos relacionados a la gestión ambiental de los procesos.
3. Promover la capacitación de todos los trabajadores según sus funciones y responsabilidades, ejecutando programas de formación, capacitación y entrenamiento de acuerdo a los equipos a utilizar.
4. Documentar, implementar y mantener nuestro Sistema de Gestión

ambiental acorde con el desarrollo de la tecnología y protección ambiental.

5. Mantener en vigencia la política ambiental y asegurar que esté al alcance de las partes interesadas internas y externas de la empresa

1.2.3. Estructura organizacional

A continuación, se muestra la estructura organizativa, así como también el organigrama.

Walter Jiménez - Gerente General

Cristina Ricaldi - Gerente Administración y Finanzas

Víctor Luna - Gerente de Operaciones

Luis Alvarado - Gerente Técnico

Fernanda Romero - Gerente Comercial

Julio Anaya - Gerente de Seguridad y Salud Ocupacional

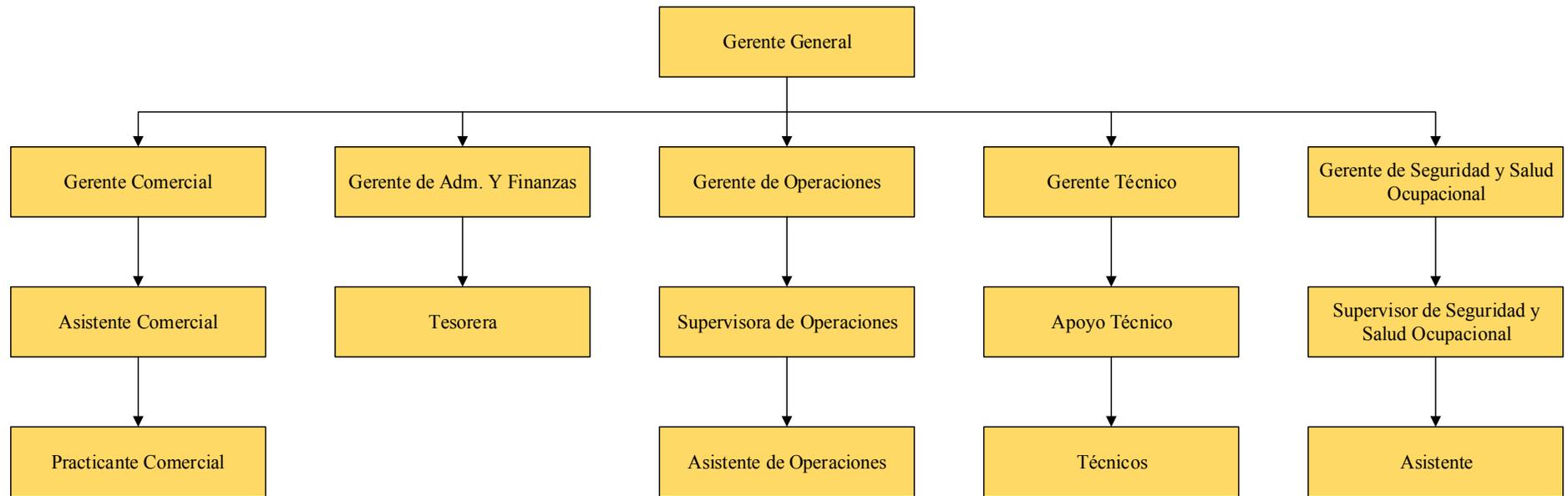


Figura 1. Organigrama de la empresa

Fuente: La empresa

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1. Marco teórico

2.1.1. Bases teóricas

Evolución del Mantenimiento

La evolución del mantenimiento se centra a través de tres etapas:

a) Mantenimiento por rotura: Se dio hasta los años 50, con una organización y planificación mínimas, ya que la industria no se encontraba tan mecanizada y las paradas de los equipos y maquinarias no eran tan importante ya que su estructura era sencilla y fiable de reparar.

b) Mantenimiento Planificado: Debido a la creciente automatización de los procesos de producción y un mantenimiento más complicado, se introdujo el concepto de Mantenimiento Preventivo a partir de los años 50 en Estados Unidos.

Posteriormente, en los años 60, surgió el concepto de Mantenimiento Productivo, el cual su propósito principal fue reparar los equipos y, además, planificar y mejorar la productividad por medio de acciones de mejora. Es así, que abarca el Mantenimiento Correctivo, Preventivo, Predictivo y la Mejora.

A partir del año 1964, surgió el término de Mantenimiento Planificado en Japón, lo que conllevó a que todos los trabajadores de las empresas participen o se involucren en el mantenimiento de los equipos de producción.

c) Mantenimiento Productivo Total: Comenzó a finales de los años 80, partiendo del Mantenimiento Planificado, en el cual se separó los trabajadores de mantenimiento con los de producción, todo ello evolucionó hacia el Mantenimiento y Mejora de los equipos con la implicación de toda la organización.

En la siguiente figura, se muestra la evolución del mantenimiento de acuerdo a las etapas descritas.

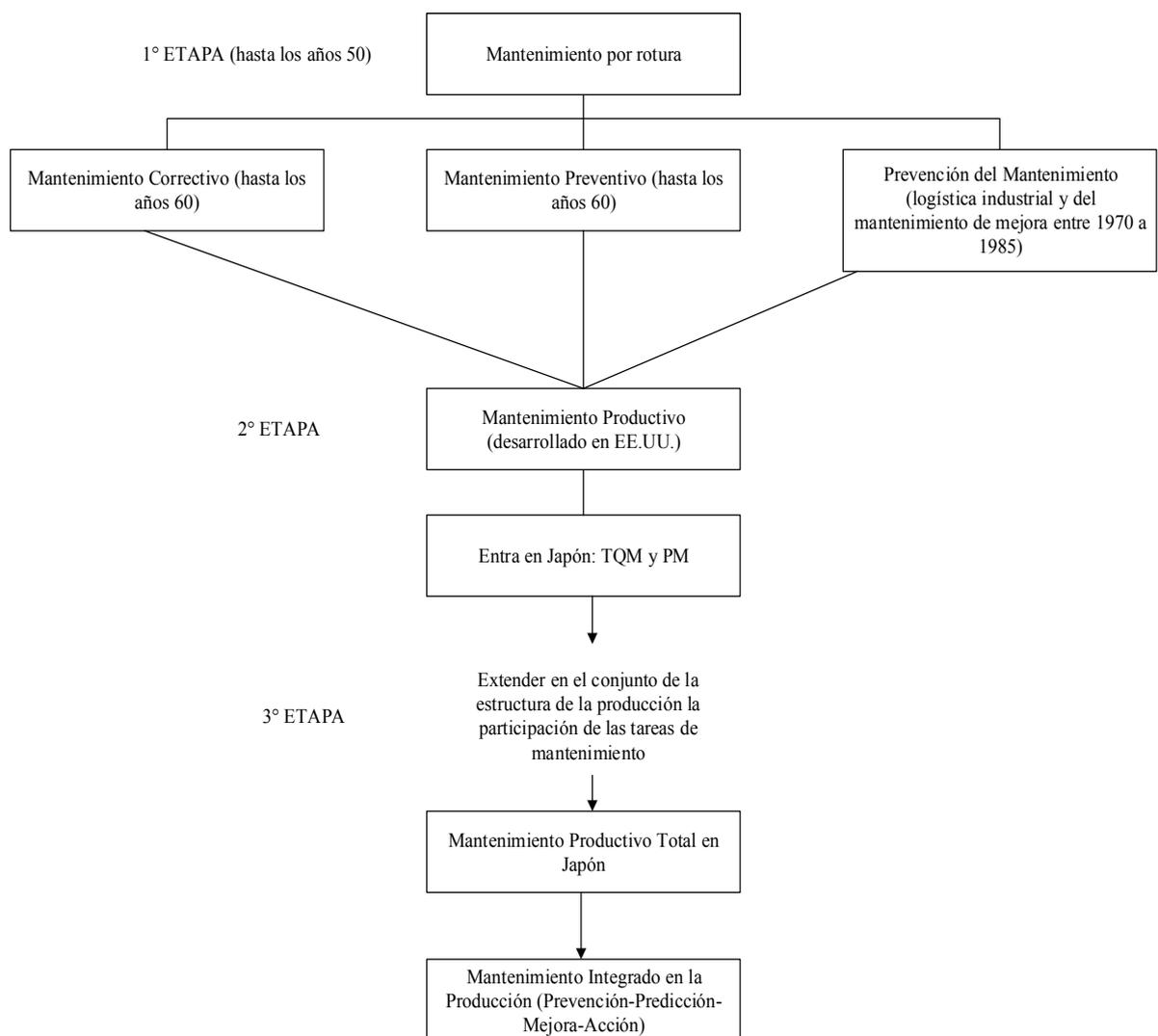


Figura 2. Evolución del Mantenimiento

Adaptado de Sacristán (2001)

Elaboración propia

Objetivos de mantenimiento

Dentro de los objetivos del mantenimiento se encuentran los siguientes (Olarte, Botero, & Cañón, 2010):

- Planear, programar y controlar todas las actividades de una compañía para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos y maquinarias que se utilizan dentro del proceso productivo.
- Realizar una lista de los equipos y maquinarias que se encuentran dentro del proceso productivo.
- Asignar código a cada equipo y maquinaria del proceso productivo.
- Realizar fichas técnicas que contengan las características, técnicas y funcionalidades con respecto a cada equipo y maquinaria.
- Realizar listados codificados de acuerdo a cada actividad del mantenimiento eléctrico, mecánico, de lubricación, instrumentación, metrología, entre otros.
- Asignar tareas de mantenimiento que se requieren, junto con una fecha de inicio y frecuencia para cada equipo y maquinaria.
- Realizar un listado de repuestos, herramientas y el personal que se requiere para la ejecución del mantenimiento
- Realizar órdenes de trabajo en cuanto al mantenimiento programado.
- Realizar la digitación de la información de las órdenes de trabajo en el software correspondiente.

- Realizar informes para controlar el presupuesto correspondiente a la mano de obra, repuestos y materiales que se necesitan para la ejecución del mantenimiento

Ventajas del mantenimiento

Al realizar un mantenimiento programado dentro de una compañía, entonces se cuenta con las siguientes ventajas (Olarte, Botero, & Cañón, 2010):

- Elaboran productos de alta calidad, aplicando economías de escala; es decir, a un bajo costo.
- Satisfacen a los clientes en cuanto al tiempo de entrega del producto en el tiempo que se acuerda.
- Reducen los riesgos en relación a los accidentes de trabajo que se ocasionan por el mal estado de las maquinarias y equipos o de igual manera en sus componentes.
- Reducen costos asociados por las paradas no programadas en el proceso productivo que se dan por las reparaciones improvisadas.
- Detectan fallas que se producen por el desgaste de piezas o componentes de un equipo o maquinaria, logrando así un mantenimiento programado.
- Evitan daños irreversibles en los equipos y maquinarias.
- Facilitan la elaboración de presupuestos de acuerdo a los requerimientos de la empresa.

Tipos de mantenimiento

El trabajo de mantenimiento involucra las actividades relacionadas a componer o reparar un equipo originado por desgaste o mal uso.

A continuación, se detalla los tipos de mantenimiento:

a) Mantenimiento Preventivo

Son las actividades relacionadas a la planificación y programación para componer, reparar o cambiar componentes en equipos, para

evitar que antes una falla o daños mayores, disminuyendo los gastos relacionados a paradas no programadas. Las ventajas con las siguientes:

- Reduce el tiempo de parada de los equipos.
- Reduce el pago de tiempo extra al personal.
- Reduce los costos por reparación.
- Mejora el control de la existencia de repuestos en almacén.
- Reduce el costo de producción.
- Aumenta la seguridad de los trabajos.

a.1) Mantenimiento Sistemático

Se encuentra dentro de la categoría de mantenimiento preventivo y se basa en reemplazos programados de piezas de los equipos, sin tener en consideración las condiciones operativas. Se aplica en la industria aeronáutica, ya que los requerimientos de seguridad son sumamente altos.

b) Mantenimiento Predictivo

Se basa en buscar de indicios o síntomas que permita identificar una falla antes de que ocurra, como por ejemplo, la inspección visual del nivel de desgaste de un neumático es una actividad de mantenimiento predictivo, ya que permite identificar el proceso de falla antes de que la falla funcional ocurra. Incluye lo siguiente:

- inspeccionar (ej. Inspección visual del grado de desgaste),
- monitorear (ej. vibraciones, ultrasonido),
- chequear (ej. nivel de aceite)

Por lo tanto, se tiene varias técnicas que permiten anticipar una falla a través del seguimiento de la operación de los equipos.

c) Mantenimiento Correctivo: Es el tipo de mantenimiento luego que aparece una falla, para reparar cualquier infraestructura, sistema,

dispositivo o equipo a una condición que le permita cumplir con las funcionalidades para lo cual está diseñado.

El mantenimiento correctivo surge de una falla de un equipo, lo que ocasiona no estar disponible por un tiempo determinado. Se debe realizar de manera inmediata, ya que corresponde a una pérdida de tiempo en el proceso productivo, que por lo general es más larga que una parada programada, por lo siguiente:

- No se tiene conocimiento de cuáles piezas se deben reemplazar y si se tiene stock de dichas piezas en el almacén.
- No se tiene conocimiento de la magnitud del daño, por lo que se debe desmontar y realizar una inspección minuciosa de la pieza dañada.
- La parada puede ocurrir en horario de trabajo, por lo que se incurre en pérdidas de producción.
- La falla puede ocasionar accidentes a los trabajadores que operan los equipos.

d) Mantenimiento proactivo: Es el tipo de mantenimiento que se enfoca en realizar un seguimiento de las fallas o averías que se repiten, de tal manera de identificar la causa y rediseñar el sistema de ser necesario.

Principales indicadores de mantenimiento

1. Tiempo medio entre fallas (MTBF): Es un indicador que muestra el tiempo promedio que la maquinaria o equipo trabaja antes de las paradas no previstas por algún motivo mecánico.

Brinda información acerca de la gestión de mantenimiento; en otras palabras, un buen MTBF significa una buena gestión del mantenimiento.

Al tener un alto MTBF, es indicativo de que el equipo o su componente tienen una baja frecuencia de falla y se pasa gran parte del tiempo sin paradas en el proceso productivo.

2. Tiempo medio entre reparaciones: Este indicador representa el tiempo promedio que demoran la reparación del equipo o de su componente por motivos mecánicos.

Es el tiempo que la máquina se encuentra en reparación; es decir, inoperativa para el trabajo que realiza. Además, brinda información con respecto a la gestión del planeamiento y del taller, incluyendo asimismo al área logística y otras áreas que se involucre para la solicitud de los recursos necesarios.

Un alto valor de MTTR hace referencia a que se invierten varias horas en reparar un equipo o su componente, debido a una deficiencia en la gestión de mantenimiento.

Un valor bajo de MTTR hace referencia a que no se están realizando las actividades de mantenimiento como en lo planificado.

Según las buenas prácticas de mantenimiento debe estar en los siguientes rangos:

$$3 \leq MTTR \leq 6$$

3. Disponibilidad: La disponibilidad de un equipo o maquinaria es definida por la relación entre las horas trabajadas y las horas que son utilizadas en reparación.

Cabe mencionar que por sí solo el indicador no es buen referente para una adecuada gestión de mantenimiento, por lo que es necesario analizarlo en conjunto con el MTBF y MTTR.

El valor recomendable para la disponibilidad de un equipo es a partir de 90%.

Falla

De acuerdo a la Norma ISO 14224:2006 “la falla es el fin de la capacidad de un ítem para desempeñar la función que se requiere”

Tal como se observa en la figura 3, desde que se produce la falla hasta el momento que se produce una falla funcional que es donde el equipo o su componente pierde un nivel considerable de rendimiento, para lo cual transcurre un tiempo que es donde se puede aplicar un mantenimiento preventivo. Además, hacer mención que cuando se presenta una falla, el equipo de igual forma sigue operando.



Figura 3. Evolución de las fallas
Fuente: Zegarra (2016)

4. Confiabilidad: En términos de mantenimiento, es la probabilidad de que no falle un equipo o de algún componente en un tiempo determinado.

La distribución en estadística más utilizada para el cálculo de la confiabilidad es la distribución de Weibull, debido a que dicha distribución se adapta a las distintas formas de distribución de la densidad de falla que puedan ocurrir.

Tasa de fallas

La tasa de fallas indica la tendencia de frecuencia de la falla, lo cual brinda información relevante acerca de si la falla se encuentra en etapa de disminución, constante o de incremento. Se representa mediante la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{\text{Número de fallas}}{\text{Tiempo entre fallas}}$$



Figura 4. Tasa de fallas versus tiempo

Fuente: Zegarra (2016)

En la figura 4, se aprecia conforme transcurre el tiempo, la falla desde la fase 1; es decir fallas tempranas que es cuando se debería detectar e iniciar un mantenimiento preventivo, hasta las fallas de desgaste que representan paradas prolongadas de los equipos o de sus componentes debido a una falta de mantenimiento.

2.1.2. Aspectos normativos

De acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se encuentra en vigencia las siguientes normas (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018):

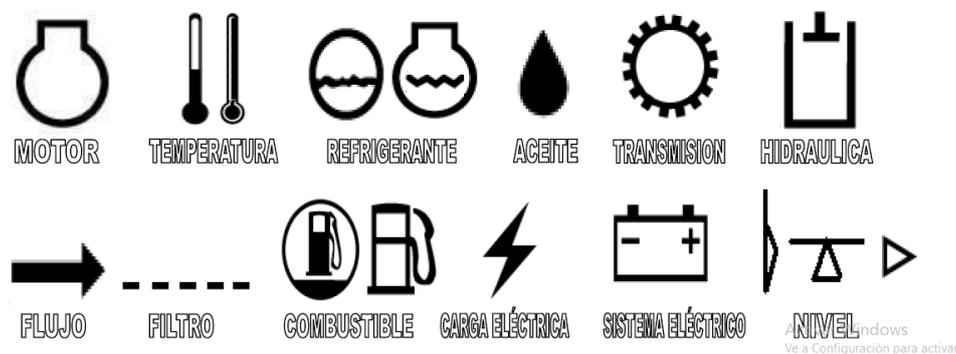
- Ley 27181 - Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre DECRETO SUPREMO N° 017-2009-MTC, que tiene como objetivo regular la prestación del servicio de transporte público y privado de personas, mercancías y ambos en el ámbito nacional, regional y provincial, estableciendo lo que deben cumplir las empresas prestadoras del servicio; los requisitos y formalidades para la obtención de una autorización; junto con los procedimientos para la fiscalización del servicio de transporte.
- La Ley N° 28256 (Ley que regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos) y el Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, aprobado por D.S. N° 021-2008-MTC, regulan el transporte de materiales y residuos peligrosos, además tienen el objetivo de preservar la seguridad de las personas, propiedad y medio ambiente.
- Ley 29380, Ley que creó la Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías (SUTRAN) adscrita al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, como la entidad encargada de normar, supervisar, fiscalizar y sancionar las actividades del transporte de personas, carga y mercancías en los ámbitos nacional e internacional y las actividades

vinculadas con el transporte de mercancías en el ámbito nacional

- Ley 29237, Ley que crea el Sistema Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares
- Ley 29005, Ley que establece los lineamientos generales para el funcionamiento de las Escuelas de Conductores
- D.L. N° 843, Decreto Legislativo mediante el cual se restablece la importación de vehículos usados que no sobrepasen los 5 años
- Norma UNE 60706: Mantenibilidad de equipos.
- ISO 14224: Brinda una base para la recolección de datos de Confiabilidad y Mantenimiento en un formato estándar.
- ISO 9000: Sistema de Gestión de la Calidad.
- ISO 14000: Sistema de Gestión Ambiental.
- OHSAS 18001: Sistema de Gestión de la Salud y la Seguridad en el Trabajo (SGSST).

2.1.3. Simbología técnica

A continuación, se presenta la simbología universal que se utiliza para el transporte de cargas pesadas.



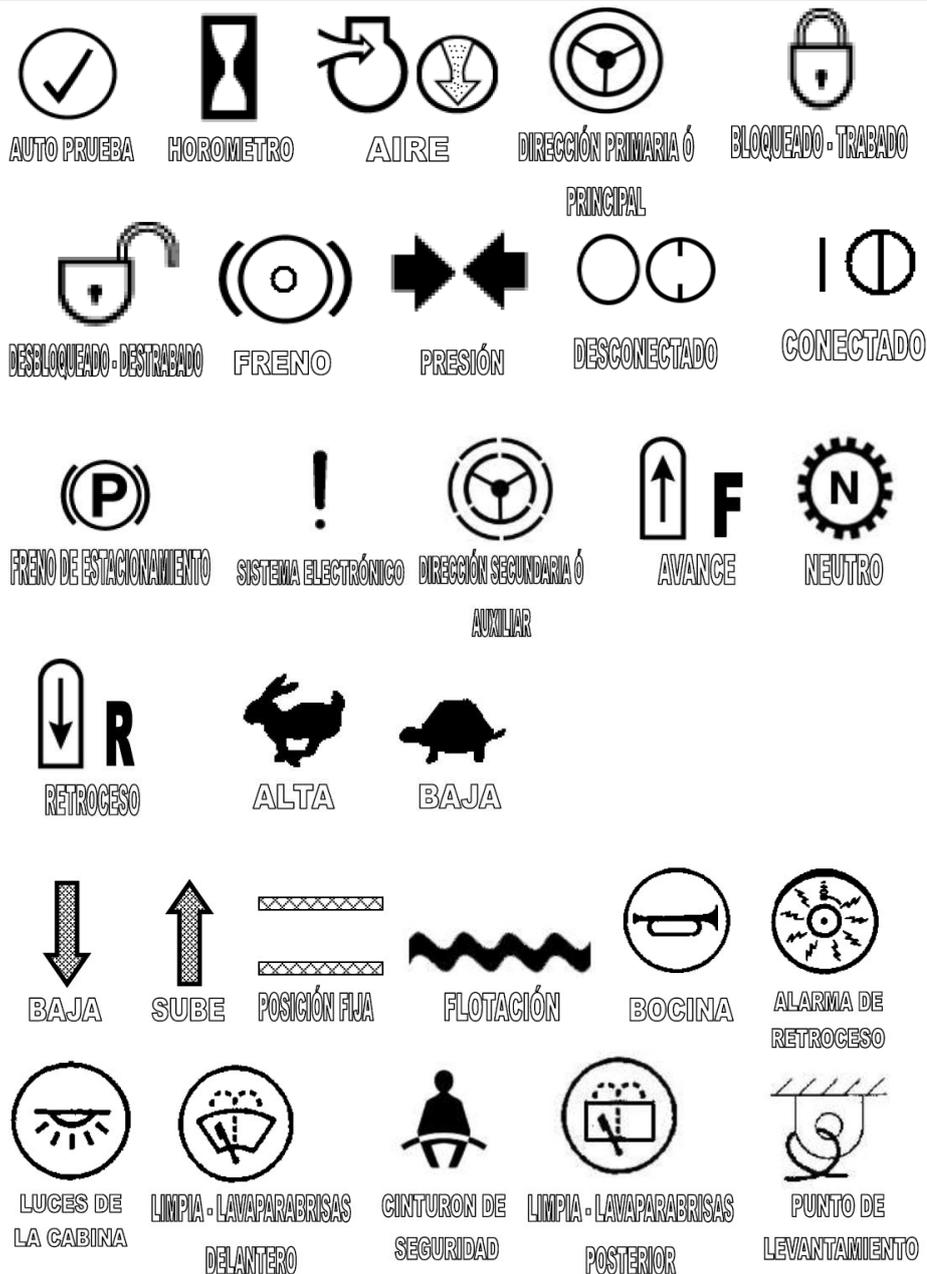


Figura 5. Simbología de transporte de cargas pesadas

Fuente: La empresa

2.2. Descripción de las actividades desarrolladas

A continuación, se presenta una descripción de las actividades desarrolladas a través de 3 fases:

FASE 1.

- Investigar la información relacionada al mantenimiento en la empresa.
- Averiguar si los operarios y mecánicos emplean la información del fabricante en su trabajo.
- Realizar un inventario de los equipos

FASE 2.

- Inspeccionar la calidad de los repuestos e insumos utilizados para las reparaciones y analizar si se encuentra en óptimas condiciones para el mantenimiento de los equipos.
- Seleccionar una muestra de vehículos objeto de estudio por medio de manuales, catálogos, etc.
- Elaborar información relacionada a la experiencia del personal operativo y de mantenimiento, por medio de formatos, para ajustar el actual plan, para lograr con ello que las probabilidades de mejorar se incrementen.

FASE 3.

- Implementar el plan de mantenimiento preventivo y analizar resultados en los costos y disponibilidad de vehículos de carga pesada.
- Entregar recomendaciones y conclusiones a la alta dirección que se obtuvieron a raíz de la implementación.

2.2.1. Etapas de las actividades

En relación a las etapas de las actividades desarrolladas, se divide en lo siguiente:

- a) Inventario de los equipos.
- b) Preparación de un archivo técnico, donde se registre toda la información existente sobre los equipos.
- c) Estudio de necesidades técnicas de los equipos.
- d) Aplicación del plan de mantenimiento preventivo.
- e) Control y ajustes del plan de mantenimiento preventivo.

2.2.2. Diagrama de flujo

En la figura 4, se presenta el diagrama de flujo de acuerdo a las actividades desarrolladas

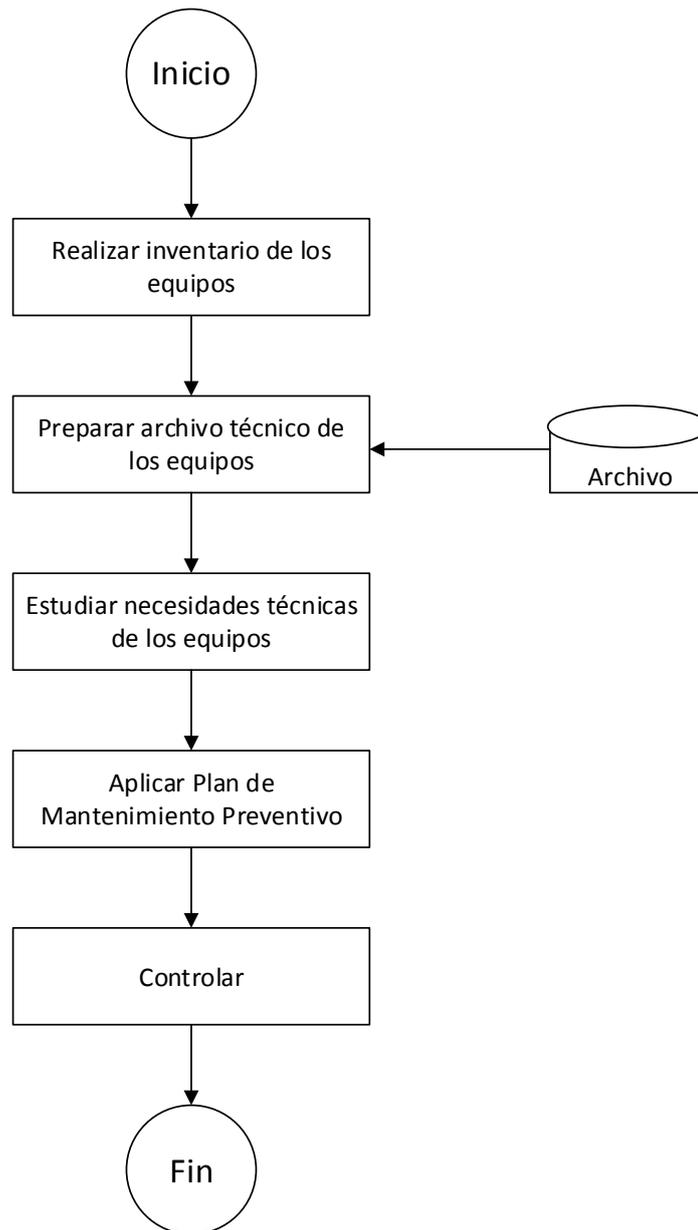


Figura 6. Diagrama de flujo de las actividades a realizar

Fuente: Propia

2.2.3. Cronograma de actividades

Tabla 1. Cronograma de actividades

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras																								
							marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	F	P	M	F	P	M	F	P	M	F	P	M	F	P	M	F
1		Etapas de las actividades	100 días	lun 4/03/19	vie 19/07/19																									
2		Inventario de los equipos	20 días	lun 4/03/19	vie 29/03/19																									
3		Preparación de archivo técnico	15 días	lun 1/04/19	vie 19/04/19	2																								
4		Análisis necesidades	15 días	lun 22/04/19	vie 10/05/19	3																								
5		Aplicar Plan de Mantenimiento	30 días	lun 13/05/19	vie 21/06/19	4																								
6		Controlar	20 días	lun 24/06/19	vie 19/07/19	5																								

Fuente: Propia

III. APORTES REALIZADOS

3.1. Evaluación técnica-económico

Ya que no se cuenta con un programa de mantenimiento, la empresa solicita los repuestos de las máquinas una vez que empiezan a tener fallas, lo que se obtiene en un tiempo aproximado de dos semanas, por lo que dificulta elaborar una ficha técnica idónea de los equipos.

Por lo antes dicho, es pertinente identificar los mantenimientos que se deben realizar a los equipos y analizar los costos que conlleva contar con un mantenimiento preventivo, por lo que se realizará el estudio del presupuesto identificando el costo de mantenimiento en un año para evitar contratiempos en lo que se refiere a la disponibilidad de los repuestos y así evitar que la maquina quede fuera de servicio.

Debido al diagnóstico actual de la empresa de la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo, conlleva a la pérdida de dinero, ya que se tiene al equipo con tiempos sin operar, a continuación, se muestra cuantifica dichas las pérdidas según el tipo de volquete por día que permanece fuera de servicio, de igual forma se incluye el salario del operador.

En la tabla 2, se detallan los costos de operación de los volquetes teniendo en consideración el valor de la hora según el tipo de volquete, la jornada de trabajo y el valor del operario por hora con el uso del volquete.

Tabla 2. Costo de operación de los volquetes

ITEM	Tipo de volquete	Valor de la hora	Horas laboradas	Valor del operador por hora	Total
1	T-LIFT 375 6X4	100,000.00	8	1000	808,000.00
2	KINGRUN 20V	90,000.00	8	1000	728,000.00
3	KINGRUN 33	93,190.00	8	1000	753,520.00
4	T-LIFT 420 6X4	90,000.00	8	1000	728,000.00
5	KINGRUN 18 GNV	88,000.00	8	1000	712,000.00
6	KINGRUN 20 GNV	89,190.00	8	1000	721,520.00
					<u>4,451,040.00</u>

Fuente: La empresa

Elaboración propia

La siguiente tabla indica las ganancias en 14 días de operación; este tiempo se obtiene a través del plan de mantenimiento.

Tabla 3. Ganancia aplicando el Plan de Mantenimiento

Total de trabajo diario	4,451,040.00
Días de trabajo	14
Ganancias	62,314,560.00

Fuente: Propia

3.2. Análisis de Resultados

3.2.1. Fichas técnicas



Figura 7. Volquete T-LIFT 375 6X4

Fuente: Manual de Volquete T-LIFT 375 6X4

En la tabla 4 se detalla las especificaciones técnicas del motor Volquete T-LIFT 375 6X4 teniendo en consideración el manual respectivo

Tabla 4. Especificaciones técnicas motor Volquete T-LIFT 375 6X4

MOTOR	
MARCA -	CUMMINS ISLe 375-30
MODELO	Electronico - Turbo Intercooler Holset - Iny.Directa
CILINDRADA	8,900 CC
N° CILINDROS	6 en linea
COMBUSTIBLE	Diésel
POTENCIA	276 kw (375 HP) @ 2,100 RPM
TORQUE	1550 Nm @ 1,100-1,400 RPM
NORMA DE EMISIONES	Euro III
SISTEMA DE INYECCIÓN	Common Rail Bosch

Fuente: Manual de Volquete T-LIFT 375 6X4

Tabla 5. Especificaciones técnicas Peso del volquete T-LIFT 375 6X4

PESOS	
PESO NETO	14,000 kg.
PESO BRUTO	42,000 kg.
CARGA ÚTIL	28,000 kg.

Fuente: Manual de Volquete *T-LIFT 375 6X4*



Figura 8. Volquete KINGRUN 20V

Fuente: Manual Volquete KINGRUN 20V

En la tabla 6 se detalla las especificaciones técnicas del motor Volquete KINGRUN 20V teniendo en consideración el manual respectivo

Tabla 6. Especificaciones técnicas motor Volquete KINGRUN 20V

MOTOR	
MARCA - MODELO	CUMMINS ISDe 230-30 Electrónico - Turbo Intercooler Holset - Iny.Directa
CILINDRADA	6,700 CC

N° CILINDROS	6 en linea
COMBUSTIBLE	Diesel
POTENCIA	169 kw (230 HP) @ 2,500 rpm
TORQUE	800 Nm @ 1,200-1,700 rpm
NORMA DE EMISIONES	Euro III
BOMBA DE INYECCIÓN	Common Rail Bosch

Fuente: Manual Volquete KINGRUN 20V

Tabla 7. Especificaciones técnicas peso Volquete KINGRUN 20V

PESOS	
PESO NETO	8,000 kg.
PESO BRUTO	20,000 kg.
CARGA ÚTIL	12,000 kg.

Fuente: Manual Volquete KINGRUN 20V



Figura 9. Volquete KINGRUN 33

Fuente: Manual Volquete KINGRUN 33

En la tabla 8 se detalla las especificaciones técnicas del motor Volquete KINGRUN 33, teniendo en consideración el manual respectivo

Tabla 8. Especificaciones técnicas motor Volquete KINGRUN 33

MOTOR	
MARCA - MODELO	CUMMINS ISDe 270-30 Electronico - Turbo Intercooler Holset - Iny.Directa
CILINDRADA	6,700 cc
N° CILINDROS	6
COMBUSTIBLE	Diesel 2
POTENCIA	198 Kw (270 HP) @ 2,500 rpm
TORQUE	970 Nm @ 1,200 - 1,700 rpm
NORMA DE EMISIONES	Euro III
BOMBA DE INYECCIÓN	Common Rail BOSCH

Fuente: Manual Volquete KINGRUN 33

Tabla 9. Especificaciones técnicas peso Volquete KINGRUN 33

PESOS	
PESO NETO	9,000 kg.
PESO BRUTO	33,000 kg.
CARGA ÚTIL	24,000 kg.

Fuente: Manual Volquete KINGRUN 33



Figura 10. Volquete T-LIFT 375 6X4

Fuente: Manual de Volquete T-LIFT 375 6X4

En la tabla 10 se detalla las especificaciones técnicas del motor Volquete T-LIFT 420 6X4, teniendo en consideración el manual respectivo

Tabla 10. Especificaciones técnicas motor Volquete T-LIFT 420 6X4

MOTOR	
MARCA - MODELO	DONGFENG RENAULT dCi 420 - 30 Electronico - Turbo Intercooler Holset - Iny.Directa
CILINDRADA	11,100 CC
N° CILINDROS	6 en linea
COMBUSTIBLE	Diesel

POTENCIA	309 kw (420 HP) @ 1,900 rpm
TORQUE	1,870 Nm @ 1,200 rpm
NORMA DE EMISIONES	Euro III
BOMBA DE INYECCIÓN	Common Rail Bosch

Fuente: Manual de Volquete *T-LIFT 420 6X4*

Tabla 11. Especificaciones técnicas motor Volquete T-LIFT 420 6X4

PESOS	
PESO NETO	15,250 kg.
PESO BRUTO	45,000 kg.
CARGA ÚTIL	29,750 kg.

Fuente: Manual de Volquete *T-LIFT 420 6X4*



Figura 11. Volquete KINGRUN 18 GNV

Fuente: Manual Volquete KINGRUN 18 GNV

En la tabla 12 se detalla las especificaciones técnicas del motor Volquete KINGRUN 18 GNV, teniendo en consideración el manual respectivo.

Tabla 12. Especificaciones técnicas motor Volquete KINGRUN 18 GNV

MOTOR	
MARCA -	Yuchai-
MODELO	YC6J190N-52
CILINDRADA	6,494 cc.
N°	6
CILINDROS	
INYECCIÓN	Electrónica GNV
POTENCIA	140 kw (190HP) @ 2,500 RPM
TORQUE	650 Nm @ 1,300 - 1,600 rpm
NORMA DE EMISIONES	Euro V
TURBO	Garrett TBP4

Fuente: Manual Volquete KINGRUN 18 GNV

Tabla 13. Especificaciones técnicas peso Volquete KINGRUN 18 GNV

PESOS	
PESO NETO	5,900 kg
PESO BRUTO	18,000 kg.
CARGA ÚTIL	12,100 kg

Fuente: Manual Volquete KINGRUN 18 GNV



Figura 12. Volquete KINGRUN 20 GNV

Fuente: Manual Volquete KINGRUN 20 GNV

En la tabla 14 se detalla las especificaciones técnicas del motor Volquete KINGRUN 20 GNV, teniendo en consideración el manual respectivo

Tabla 14. Especificaciones técnicas motor Volquete KINGRUN 20 GNV

MOTOR	
MARCA - MODELO	Yuchai- YC6J210N-52
CILINDRADA	6,494 cc
N° CILINDROS	6 en línea (Ciclo 4 tiempos)
COMBUSTIBLE	GNV
POTENCIA	155 kw (210 HP) @ 2,500 rpm
TORQUE	710 NM @ 1,300-1,600 rpm
NORMA DE EMISIONES	Euro V
SISTEMA DE INYECCIÓN	GNV - Electrónica
TURBO	Turbo Garrett - con Intercooler

Fuente: Manual volquete KINGRUN 20 GNV

Tabla 15. Especificaciones técnicas peso volquete KINGRUN 20 GNV

PESO	
PESO NETO	5,900 kg
PESO BRUTO	20,000 kg.
CARGA ÚTIL	14,100 kg

Fuente: Manual Volquete KINGRUN 20 GNV

3.2.2. Hojas de vida de la maquinaria

Las hojas de vida de las maquinas son fundamental para la elaboración de un plan de mantenimiento, ya que con ello se sabrá en qué momento la maquina necesita el cambio de algún repuesto. El análisis de las hojas de vida nos determina el tiempo de cambio de algún repuesto. La información que se muestra a continuación son todos los mantenimientos y repuestos que se realizaron en las unidades de transporte en el año 2018.

Tabla 16. Mantenimiento de volquete TF-LIFT 375 6X4

REPUESTOS Y MANTENIMIENTO				
FECHA	CANTIDAD	COMPONENTE	V. UNITARIO	V. TOTAL
17/02/2018	4	Cambio de plato de embrague	S/. 810.00	S/. 3,240.00
19/05/2018	4	Cambio de disco de embrague	S/. 770.00	S/. 3,080.00
3/07/2018	1	Cambio inyector de motor	S/. 2,215.00	S/. 2,215.00
10/10/2018	2	Cambio bombín de embrague	S/. 375.00	S/. 750.00
				S/. 9,285.00

Fuente: Propia

Tabla 17. Mantenimiento de volquete KINGRUN 20V

REPUESTOS Y MANTENIMIENTO				
FECHA	CANTIDAD	COMPONENTE	V. UNITARIO	V. TOTAL
1/03/2018	1	Cambio de ratchet freno posterior L-H	S/. 492.00	S/. 492.00
7/06/2018	1	Cambio de compresora de aire	S/. 2,077.00	S/. 2,077.00
2/08/2018	2	Cambio servo de dirección	S/. 659.00	S/. 1,318.00
17/09/2018	2	Cambio collarín de embrague	S/. 375.00	S/. 750.00
22/10/2018	1	Cambio bombín de embrague	S/. 375.00	S/. 375.00
				S/. 5,012.00

Fuente: Propia

Tabla 18. Mantenimiento volquete KINGRUN 33

REPUESTOS Y MANTENIMIENTO				
FECHA	CANTIDAD	COMPONENTE	V. UNITARIO	V. TOTAL
25/03/2018	1	Cambio toma de fuerza	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00
14/06/2018	2	Cambio de válvula de freno de mano	S/. 161.00	S/. 322.00
1/09/2018	2	Cambio de pulmón de freno posterior R-H	S/. 576.00	S/. 1,152.00
22/11/2018	2	Cambio collarín de embrague	S/. 375.00	S/. 750.00
				S/. 3,424.00

Fuente: Propia

Tabla 19. Mantenimiento volquete T-LIFT 420 6X4

REPUESTOS Y MANTENIMIENTO				
FECHA	CANTIDAD	COMPONENTE	V. UNITARIO	V. TOTAL
1/02/2018	4	Cambio de palanca de luces	S/. 168.00	S/. 672.00
11/05/2018	2	Cambio de bombín de embrague	S/. 98.00	S/. 196.00
26/06/2018	2	Cambio collarín de embrague	S/. 375.00	S/. 750.00
18/08/2018	2	Cambio plato de embrague	S/. 375.00	S/. 750.00
27/10/2018	1	Cambio inyector de motor	S/. 2,215.00	S/. 2,215.00
4/12/2018	1	Cambio transmisión sincronizador de alta y baja (A)	S/. 1,228.00	S/. 1,228.00
				S/. 5,811.00

Fuente: Propia

Tabla 20. Mantenimiento volquete KINGRUN 20 GNV

REPUESTOS Y MANTENIMIENTO				
FECHA	CANTIDAD	COMPONENTE	V. UNITARIO	V. TOTAL
28/02/2018	1	Cambio de bomba de inyección	S/. 7,883.00	S/. 7,883.00
9/04/2018	1	Cambio de servo de dirección	S/. 659.00	S/. 659.00
16/06/2018	1	Cambio collarín de embrague	S/. 375.00	S/. 375.00
1/09/2018	2	Cambio servo de embrague	S/. 204.00	S/. 408.00
27/10/2018	2	Cambio de faro delantero RH	S/. 410.00	S/. 820.00
				S/. 10,145.00

Fuente: Propia

Tabla 21. Mantenimiento volquete KINGRUN 18 GNV

REPUESTOS Y MANTENIMIENTO				
FECHA	CANTIDAD	COMPONENTE	V. UNITARIO	V. TOTAL
5/03/2018	2	Cambio de faro posterior RH	S/. 148.00	S/. 296.00
9/04/2018	1	Cambio Captain	S/. 2,215.00	S/. 2,215.00
16/06/2018	2	Cambio plato de embrague	S/. 810.00	S/. 1,620.00
1/09/2018	4	Cambio válvula de freno	S/. 161.00	S/. 644.00
27/10/2018	2	Cambio ratchet de freno posterior L-H	S/. 492.00	S/. 984.00
				S/. 5,759.00

Fuente: Propia

3.2.3 Plan de Mantenimiento Preventivo

Para que la empresa cuente con un buen funcionamiento de las unidades de transporte, es primordial identificar que repuestos han sido cambiados con mayor frecuencia y cada cuanto es recomendable realizar dicho cambio para lo

cual, se tendrá de referencia las hojas de vida. A continuación, se presenta el Plan de Mantenimiento según el tipo de volquete.

Tabla 22. Plan de Mantenimiento T-LIFT 375 6X4

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
1	Plato de embrague	Revisar	Cambiar
2	Disco de embrague	Revisar	Cambiar
3	Inyector de motor	Revisar	Cambiar
4	Bombín de embrague	Revisar	Cambiar

Fuente: Propia

Tabla 23. Plan de Mantenimiento KINGRUN 20V

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
1	Rachet freno posterior L-H	Revisar	Cambiar
2	Compresora de aire	Revisar	Cambiar
3	Collarín de embrague	Revisar	Cambiar
4	Bombín de embrague	Revisar	Cambiar

Fuente: Propia

Tabla 24. Plan de Mantenimiento KINGRUN 33

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
1	Toma de fuerza	Revisar	Cambiar
2	Válvula de freno de mano	Revisar	Cambiar
3	Pulmón de freno posterior R-H	Revisar	Cambiar
4	Collarín de embrague	Revisar	Cambiar

Fuente: Propia

Tabla 25. Plan de Mantenimiento T-LIFT 420 6X4

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
1	Palanca de luces	Revisar	Cambiar
2	Bombín de embrague	Revisar	Cambiar
3	Plato de embrague	Revisar	Cambiar
4	Inyector de motor	Revisar	Cambiar
5	Transmisión sincronizador de alta y baja (A)	Revisar	Cambiar

Fuente: Propia

Tabla 26. Plan de Mantenimiento KINGRUN 20 GNV

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2	
1	Bomba de inyección	Revisar	Cambiar	
2	Servo de dirección	Revisar	Cambiar	
3	Collarín de embrague	Revisar	Cambiar	
4	Servo de embrague	Revisar	Cambiar	
5	Faro delantero RH	Revisar	Cambiar	

Fuente: Propia

Tabla 27. Plan de Mantenimiento KINGRUN 20 GNV

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2	
1	Faro posterior RH	Revisar	Cambiar	
2	Captain	Revisar	Cambiar	
3	Plato de embrague	Revisar	Cambiar	
4	Válvula de freno	Revisar	Cambiar	
5	Rachet de freno posterior L-H	Revisar	Cambiar	

Fuente: Propia

3.2.4. Indicadores

Con el fin de llevar a cabo un control del mantenimiento realizado a las maquinas es necesario implementar los siguientes indicadores de gestión:

Disponibilidad: Es un indicador importante, ya que representa el porcentaje real de utilización de los equipos. Su cálculo debe ser mensual y se puede aplicar sobre un equipo en específico o a todos los equipos de un proceso productivo.

Para el cálculo del indicador se debe tener en consideración las horas de parada y las horas de producción, tal como se muestra en la siguiente ecuación (1):

$$DISP (\%) = \left(1 - \frac{Horas Parada}{Horas Producción}\right) \times 100 \dots (1)$$

A continuación, se muestra el cálculo de la disponibilidad según el tipo de volquete, teniendo en consideración que al mes se labora 160 horas.

Tabla 28. Disponibilidad según tipo de volquete

Volquete	Horas de parada/mes	Horas de producción/mes	Disponibilidad (%)
T-LIFT 375 6X4	12	148	91.89
KINGRUN 20V	8	152	94.74
KINGRUN 33	23	137	83.21
T-LIFT 420 6X4	32	128	75.00
KINGRUN 20 GNV	17	143	88.11
KINGRUN 18 GNV	44	116	62.07

Fuente: Propia

De acuerdo a la tabla 28, el volquete KINGRUN presente una mayor disponibilidad con 94.74%. Por el contrario, para el volquete 18 GNV es recomendable realizar capacitaciones a los operarios ya que se detectó que no todos saben utilizarlo de manera correcta, lo que genera averías internas.

Tiempo promedio entre fallas (MTBF): El indicador permite conocer cada cuánto se presentan las averías. Su cálculo se debe realizar

mensual o trimestral y se puede aplicar a un solo equipo o a toda una línea de producción.

Por lo tanto, para su cálculo se debe tener en consideración el número de fallas de cada equipo y las horas de producción, tal como se muestra en la siguiente ecuación (2):

$$MTBF = \frac{\text{Horas Producción}}{\# \text{ Fallas}} \dots (2)$$

A continuación, se muestra el cálculo del MTBF según el tipo de volquete, teniendo en consideración que al mes se labora 160 horas.

Tabla 29. Tiempo promedio entre fallas de cada volquete

Volquete	# fallas/mes	Horas de producción/mes	MTBF
T-LIFT 375 6X4	3	148	49.33
KINGRUN 20V	2	152	76.00
KINGRUN 33	4	137	34.25
T-LIFT 420 6X4	8	128	16.00
KINGRUN 20			
GNV	5	143	28.60
KINGRUN 18			
GNV	10	116	11.60

Fuente: Propia

Según la tabla 29, el MTBF es mayor para el volquete KINGRUN 20V, lo cual guarda relación con la disponibilidad.

Tiempo medio de reparación (MTTR): El indicador permite medir la eficacia de la gestión del mantenimiento con el propósito de brindar solución a las fallas que se presenten en el mes.

Para su cálculo se debe medir el tiempo transcurrido desde que se presenta la falla del equipo o de su componente y se genera la orden de servicio hasta que se logra reparar.

Para su cálculo se debe tener en consideración las horas de parada del equipo y el número de fallas que se presenten en un mes de trabajo, su unidad de medidas es “horas” y se expresa como la ecuación (3).

$$MTTR = \frac{\text{Horas Parada}}{\# \text{ Fallas}} \dots (3)$$

A continuación, se presenta el cálculo del MTTR de acuerdo al tipo de volquete:

Tabla 30. Tiempo medio de reparación

Volquete	# fallas/mes	Horas de parada/mes	MTTR
T-LIFT 375 6X4	3	12	4.00
KINGRUN 20V	2	8	4.00
KINGRUN 33	4	23	5.75
T-LIFT 420 6X4	8	32	4.00
KINGRUN 20			
GNV	5	17	3.40
KINGRUN 18			
GNV	10	44	4.40

Fuente: Propia

De acuerdo a la tabla 30, el MTTR indica que todos los volquetes se encuentran dentro del rango aceptable, lo que significa que se plan de mantenimiento es efectivo.

Confiabilidad: Es la probabilidad de que un equipo cumpla con un objetivo en específico según condiciones de uso establecidas.

El estudio de la confiabilidad se refiere al estudio de fallos de un equipo o de su componente, es una medida del número de veces que una maquina experimenta problemas.

Para su cálculo se debe tener en consideración el MTBF y el MTTR.

$$CONF (\%) = \left(\frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \right) x 100 \dots (4)$$

En la tabla 31, se presenta el cálculo de confiabilidad de acuerdo al tipo de volquete.

Tabla 31. Confiabilidad según el tipo de volquete

Volquete	MTBF	MTTR	Confiabilidad (%)
T-LIFT 375 6X4	49.33	4.00	92.50
KINGRUN 20V	76.00	4.00	95.00
KINGRUN 33	34.25	5.75	85.63
T-LIFT 420 6X4	16.00	4.00	80.00
KINGRUN 20			
GNV	28.60	3.40	89.38
KINGRUN 18			
GNV	11.60	4.40	72.50

Fuente: Propia

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

A través de la implementación del plan de mantenimiento preventivo se tiene una ganancia de 14 días de trabajo, que es el tiempo que transcurre mientras que la empresa DongFeng otorga los repuestos luego de la solicitud, de igual forma, los tiempos de operación aumentan, pues no se está forzando los repuestos hasta que presenten una falla, por lo que se evita que las unidades de transporte queden fuera servicio a causa de una falla o avería. Por el contrario, solo cesan actividades el día que se programa mantenimiento.

Gracias al presente trabajo, se pudo detectar las deficiencias de la compañía con respecto a la disponibilidad de los equipos y maquinarias, así como también el tiempo promedio que transcurre desde que un equipo deja de funcionar hasta que es reparado, junto con la confiabilidad; todo ello permite evaluar cuál de los modelos de volquete es idóneo utilizar en caso de que uno se encuentre en reparación o no disponible.

Asimismo, crear conciencia a los trabajadores de la empresa que no se debe esperar hasta que un equipo o maquinaria deje de funcionar para aplicar el mantenimiento.

Lo ideal es aplicar un mantenimiento preventivo a los equipos y componentes de acuerdo al plan de mantenimiento, teniendo en consideración que un equipo no deja de funcionar necesariamente al presentar una falla.

4.2. Conclusiones

Se puede concluir lo siguiente:

- En relación a los indicadores de mantenimiento, el volquete KINGRUN 20V cuenta con mayor disponibilidad en cuanto a operatividad a diferencia de los otros modelos. Cabe mencionar que el volquete T-LIFT 375 6X4 también se encuentra dentro del rango permitido.
- El indicador de disponibilidad guarda relación el tiempo medio entre fallas y el tiempo medio de reparación, lo cual se ve reflejado en los cálculos, ya que el volquete KINGRUN 20V de 76 horas de producción/falla, lo que nos indica que tiene una frecuencia baja de falla al aplicar el plan de mantenimiento preventivo. A diferencia del volquete KINGRUN 18 GNV que presenta un MTBF de 11.6 horas de producción/falla, lo cual es indicativo a una alta frecuencia de fallas, por lo que es conveniente aplicar otras medidas, como por ejemplo capacitación a trabajadores.
- Con respecto al tiempo medio de reparaciones, todos los modelos de volquetes de la empresa se encuentran dentro del rango aceptable entre 3 y 6 horas de paradas/fallas, lo que significa que se cuenta con una buena gestión de mantenimiento, resaltando el volquete KINGRUN 33, el cual cuenta con 5.75 horas de paradas/fallas por mes.
- Con respecto al cálculo de confiabilidad, el volquete KINGRUN 20V es el que representa una mayor probabilidad de que realice sus operaciones sin ninguna parada no programada con una confiabilidad de 95%. Mientras el volquete KINGRUN 18 GNV es el que presenta una menor confiabilidad con 72.5%.
- Con respecto al diagnóstico inicial, se revisó los aspectos técnicos de las unidades de transporte, hallando así las veces que quedaron fuera de servicio, siendo las principales por cambio de bombín, collarín, plato de embrague, compresor de

aire, entre otros. Para la adquisición de los repuestos, se debió mejorar el tiempo de tomar pedido a los proveedores, ya que estos se solicitaban cuando ocurría la falla, lo que traía consigo que las unidades de transporte no se encuentren disponibles.

- Con respecto a las fallas más frecuentes y relevantes que presentan las unidades de transporte, se propuso un plan de mantenimiento preventivo para lograr así un incremento en la confiabilidad y la disponibilidad.
- Para asegurar el plan de mantenimiento preventivo propuesto, se propuso los principales indicadores de mantenimiento de tal forma que se asegure un trabajo de manera sistemática y controlada, para así analizar el comportamiento mes a mes y realizar los cambios que se consideren necesarios a tiempo, así se evita que las unidades de transporte queden fuera de servicio.
- Las fichas técnicas de las unidades de transporte permitieron tener en consideración las características técnicas como: tipo motor, cilindraje, entre otros, que son relevantes cuando se aplica cualquier tipo de mantenimiento. Cuando se realizó la respectiva auditoría en las unidades de transporte, se encontró que no se hacía un adecuado seguimiento de las unidades de transporte, junto con su control de mantenimiento.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, L. (2018). Gestión por procesos para incrementar la productividad de la empresa D&J Logística y Mantenimiento E.I.R.L., Cajamarca, 2017. *Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial*. Universidad César Vallejo.
- Amable, J. (2017). Influencia del mantenimiento preventivo en la disponibilidad del cargador frontal caterpillar 966-C de la municipalidad de Huancayo. *Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Angel, R., & Olaya, H. (2014). DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA AGROANGEL. *Trabajo presentado como tesis para optar al título de Ingeniero Mecánico*. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Buelvas, C., & Martinez, K. (2014). ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARÍA PESADA DE LA EMPRESA L&L . *Trabajo de Grado para optar al Título de Ingeniero Mecánico* . Universidad Autónoma del Caribe.
- DongFeng. (2019). Manual de operación KINGRUN 18 GNV. Perú.
- DongFeng. (2019). Manual de operación KINGRUN 20 GNV. Perú.
- DongFeng. (2019). Manual de operación T-LIFT 420 6x4. Perú.
- DongFeng. (2019). Manual de Operación volquete KINGRUN 20V. Perú.
- DongFeng. (2019). Manual de operación volquete KINGRUN 33. Perú.
- DongFeng. (2019). Manual de operación volquete T-LIFT 375 6x4. Perú.
- Espinoza, E. (2014). Diseño de un plan de Mantenimiento Preventivo para incrementar la vida nominal de los equipos: vehículos livianos y maquinas-herramientas . *Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico*. Universidad Nacional del Callao.
- Flores, C., Pinedo, Y., Orellana, G., Luna, C., Pineda, B., Prieto, K., & Rios, K. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la

- disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial*, 34, 11-26.
- González, F. (2004). *Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión*. España: FC Editorial.
- Herrera, M., & Duany, Y. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, 37(1).
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). Obtenido de Normas legales: <http://transparencia.mtc.gob.pe/idm/NormasSA.aspx?id=8>
- Nova, L. (2016). *Maquinarias pesadas*. Obtenido de <https://www.maquinariaspesadas.org/blog/1844-material-simbologia-basica-equipos-pesados>
- Olarte, W., Botero, M., & Cañón, B. (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Scientia et Technica*(44), 354-356.
- Parra, C., & Crespo, A. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos*. España: Ingeman.
- Penabad, L., Iznaga, A., Rodríguez, P., & Cazañas, C. (2016). Disposición y disponibilidad como indicadores para el transporte. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(4), 64-73.
- Sacristán, F. (2001). *Manual del Mantenimiento Integral de la empresa*. España: FC Editorial.
- Superintendencia de Transporte Terrestre, de personas, carga y mercancías. (2009). Obtenido de Normas legales: http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/ds_017-2009-mtc.pdf
- Valdes, J., & San Martín, E. (2009). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa Remaplast. *Trabajo de grado para optar el Título de Administrador Industrial*. Colombia: Universidad de Cartagena.
- Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Revista chilena de ingeniería*, 21(1), 125-138.

Zambrano, E., Prieto, A. T., & Castillo, R. (2015). Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación. *Telos*, 17(3), 495-511.

Zegarra, M. (2016). Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados. *Ciencia y desarrollo*, 1(19), 25-37.