



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
MECÁNICA ELECTRICA**

“Optimización del plan de mantenimiento preventivo para mejorar la  
disponibilidad en camiones HD785-7,2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**AUTORES;**

Alvarez Moncada, Kevin Jhoan (ORCID: 0000-0001-5315-9806)

Mejia Meliton, Marvin (ORCID: 0000-0002-7890-5542)

**ASESOR;**

DR, Carranza Montenegro, Daniel (ORCID: 0000-0001-6743-6915)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN;**

Sistemas y Planes de Mantenimiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA;**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**TRUJILLO - PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis, primero a Dios por estar siempre conmigo en todo momento y a su vez a mis padres Álvarez Prieto Tomas y Edita Moncada Vásquez, que siempre me apoyaron para ser una persona profesional y su apoyo incondicional durante toda mi carrera, tomando las mejores decisiones y por creer en mí. También a mis hermanas, cuñados, por aconsejarme en todo momento de mi carrera y deseándome lo mejor por el bienestar de la familia.

**Alvarez moncada kevin jhoan**

Este proyecto de tesis va dedicado a mis padres por que confiaron en mi desde el inicio de mi carrera, apoyándome y animándome a concluirla en los momentos malos y buenos que debí pasar para finalizarla. También se lo dedico a todos aquellos que aportaron un granito de arena brindándome información técnica y consejos en el ámbito estudiantil.

**Marvin Mejía Melitón**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarnos, cuidarnos, y no desampararnos, Permitiendo así lograr a cumplir nuestras metas en la carrera profesional que tomamos desde un inicio y ahora elaborando nuestra tesis que sería un logro soñado como profesional.

A la universidad privada Cesar Vallejo por ser parte de nuestros estudios para la culminación de nuestra carrera, por contar con docentes profesionalmente calificados.

A la empresa, por su colaboración y permitir Realizar nuestra tesis, apoyado por el ingeniero Robert Guevara Chinchayan, por su tiempo para la elaboración de la tesis, brindando su apoyo para lograr el presente trabajo. A su vez, también agradecer a nuestros padres por el apoyo incondicional para lograr nuestros Objetivos. A nuestros amigos que siempre están brindándonos su apoyo.

**Los autores**

## ÍNDICE DEL CONTENIDOS

Caratula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	3
III. METODOLOGÍA .....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos.....	15
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSIÓN .....	49
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS.....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

J	tabla 1. Análisis de matriz operacional .....	13
J	tabla 2. Causas encontradas.....	16
J	tabla 3. Matriz relacional de causas encontradas.....	17
J	tabla 4. Dato de los camiones.....	18
J	tabla 5. Valores de disponibilidad en los camiones.....	19
J	tabla 6. ocurrencias de falla en el camión.....	20
J	tabla 7. Análisis de números de falla y HPNP.....	21
J	tabla 8. Programa de mant. autónomo y rutinario del motor y electr.....	32
J	tabla 9. Programa de mant. Transmisión, hidráulico y estructural.....	33
J	tabla 10. Programa de mant. Preventivo para el camión.....	35
J	tabla 11. Programa de mant. Preventivo sist. Del motor.....	36
J	tabla 12. Programa de mant. Preventivo sist. hidráulico, transmisión.....	37
J	tabla 13. Estructura de programación del plan de mant.....	38
	tabla 14. ocurrencias de fallas aplicando la optimización de mantenimiento preventivo.....	39
J	tabla 15. Resultado de n° de fallas y HPNP aplicando en plan de mantenimiento preventivo.....	40
J	tabla 16. Resultado de n° de fallas y porcentaje acumulativo, aplicando en plan de mantenimiento preventivo.....	40
J	tabla 17. Resultado de n° HPNP porcentaje acumulativo aplicando en plan de mantenimiento preventivo.....	41
J	tabla 18. Comparativo entre indicadores aplicando en plan de mantenimiento preventivo.....	43
J	tabla 19. Determinación de la hora hombre.....	44
J	tabla 20. Determinación de los costos de mant. Correctiva antes de aplicar el plan de mantenimiento.....	45
J	tabla 21. Determinación de los costos de mant. Correctiva después de aplicar el plan de mantenimiento.....	46
J	tabla 22. Determinación de los costos de mant. preventivo después de aplicar el plan de mantenimiento.....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

) figura 1. camión KOMATSU HD785-7 .....	10
) figura 2. Diagrama de Pareto n° falla 2020.....	22
) figura 3. Diagrama de Pareto n° HPNP 2020.....	23
) figura 4. Resultado de diagrama Pareto en n° falla aplicando la optimización de mantenimiento preventivo.....	41
) figura 5. Resultado de diagrama Pareto en n° HPNP aplicando la optimización de mantenimiento preventivo.....	42
) figura 6. flota de camiones KOMATSU HD785-7.....	56
) figura 7. Montaje de camión KOMATSU HD785-7.....	56

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación “Optimización del plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en camiones KOMATSU HD785-7,2021” de la empresa minera MISKY MAYO ubicado en Bayovar- Piura.

el objetivo general es determinar como la aplicación de optimización del plan de mantenimiento preventivo mejorará la confiabilidad de la flota obteniendo una mayor productividad y a su vez reduciendo los efectos generados por fallas imprevistas evitando paradas no planificadas de la flota extendiendo la vida útil de los equipos y la productividad de la empresa.

El tipo de investigación es aplicativo, evaluando problemas reales en los camiones a cargo de la empresa minera, considerando la investigación cuantitativa, no experimental, evitando alterar la variable independiente que nos permita estudiar a fondo el problema planteado.

La población está constituida por 07 unidades KOMATSU HD785-7,2021. Para ello se utilizó recolectar información de antecedentes de las unidades, siendo los instrumentos las fichas de observaciones, diagrama Pareto utilizando Microsoft Excel.

**Palabras clave:** plan de mantenimiento preventivo, aumento de disponibilidad, optimización de la flota.

## **ABSTRACT**

the present research into "optimization of the preventive maintenance plan to improve availability in KOMATSU HD785-7 trucks, 2021" of the MISKY MAYO mining company located in Bayovar-Piura.

The aim of this research is to determine how the application of optimization of the preventive maintenance plan will improve the reliability of the fleet, in order to increase productivity and in turn reducing the effects generated by unforeseen failures, avoiding unplanned stops of the fleet, extending the useful life of the equipment and company productivity.

the type of this research is applicative, evaluating real problems in the trucks in charge of the mining company considering quantitative, non-experimental research, avoiding altering the independent variable that allows us to study the problem in depth.

The population is made up of 7 KOMATSU HD785-7, 2021 units. For them, background information of the units was collected, the instruments were the observation sheets, Pareto diagram, using Microsoft Excel.

**Keywords:** preventive maintenance plan, increased availability, fleet optimization.



## I. Introducción

Actualmente las empresas están en una constante innovación que se enfocan en el beneficio y la creación de ello, que es optimizar. Comprendiendo los factores fundamentales que se enfocan en retribuir las necesidades que se fundamenta en el uso de las maquinarias o equipos de labor, de manera que afectan en absoluto sentido, sea profesional, general o económico. Por lo que requiere trabajar con instrumentos que ayuden a lograr a corregir lo inesperado que se presentan en el instante.

Esta labor de evaluación se hizo considerando la elaboración de una mejora para trabajar en la disponibilidad de las unidades, a raíz de evaluar que la compañía minera MISKY MAYO, comprometido con estas unidades necesita solucionar la disponibilidad de las 7 unidades, KOMATSU HD785-7, situada en bayovar-piura.

Formulación del problema ¿en qué medida se podrá alcanzar la elaboración de optimización del plan de mantenimiento preventivo para la mejora de la disponibilidad de los camiones KOMATSU HD785-7,2021?

**Justificación técnica.** Dicho objetivo se lleva a cabo mediante la metodología de evaluación de los datos que se crean en el área de labor o en el patio de máquinas, y dentro de la idea es mejorar el mantenimiento en vista del periodo. La cual se repartirá medios materiales y humanos, además actividades o prácticas de apoyo (mantto) con programación en el tiempo o periodo, caracterizado conforme el razonamiento de mantto.

**Justificación económica.** Como conocemos que las averías van a incrementar los gastos de mantto y la falta de hora máquina. Influyendo en la disponibilidad de los vehículos de carga que fueron relegados a la empresa para cubrir varios periodos de actividad programadas, cuya indisponibilidad o aplazamiento influye en las tareas asignadas y planificadas día a día. Influyendo en la ayuden que presten.

**Justificación metodológica.** La optimización para el desarrollo de la disponibilidad también permite el estudio del rendimiento del área de mantenimiento, para que haya una asociación o preparación del personal responsable de la zona mecánica, para que en la zona funcional se establezcan mandos y objetivos de apoyo para trabajar en la disminución de los daños y problemas en las unidades **KOMATSU HD 785-7**, utilizados para mover carga de minerales a partir de un sitio a otro lugar interno. Adentro del complejo minero situado a 100 msnm. Con un clima ambiente de 30°C. entre otras circunstancias climáticas propias del norte.

Se planteó que a partir de la información del trabajo de seguimiento en el que se aplica un plan de mantto. Preventivo, optimizara lo previsto.

Elaborando o restaurando los índices de mantto para esta situación. Se mejoraría la disponibilidad de las unidades.

Mejorar la disponibilidad de las unidades **KOMATSU HD785-7**, al nivel más significativo en índice a cumplir (+95%). Un indicador o valor que permite un trabajo superior y un punto de vista mejorado en la zona de mantto de la empresa y el apoyo de sus operarios o colaboradores.

La hipótesis formulada se logrará la elaboración de optimización del plan de mantto preventivo para la mejora de la disponibilidad en camiones **KOMATSU HD785-7, 2021**.

El objetivo general es mejorar la optimización del plan de mantto preventivo, para trabajar la disponibilidad en las unidades **KOMATSU HD785-7,2021**. Los objetivos específicos fueron; análisis y procesamiento de la información (fallas, averías).se evaluara los indicadores de mantto previo a realizar la optimización en el plan de mantto preventivo de las unidades **KOMATSU HD785-7, 2021**. desarrollar un plan de optimización de mantto en las unidades **KOMATSU HD785-7,2021**. Calcular el equilibrio entre trabajo y producción con el mantto a realizar en las unidades **KOMATSU HD785-7,2021**. Determinar la evaluación económica de proyecto.

## II. Marco teórico.

Al desarrollar esta tarea de estudio, se ha pensado en varios predecesores que analizan este género de cuestiones ya sea en empresas nacionales o como también extranjeras. En cuanto a los trabajos completados a nivel nacional tenemos:

(De la cruz,2020) su exploración que plantea será “plan de mejora del mantto preventivo para el aumento de la confiabilidad y disponibilidad de flota – determinación del optimo del mantenimiento” viene a evidenciar que al utilizar el plan de soporte en 3 fases: momento actual, plan a medio y largo plazo. No sería lo mismo que 90 días a 1 año, de acuerdo la solicitud de trabajo de mantto que existiera.

(Rojas,2019) en su trabajo de investigación “propuesta de un plan de mantto preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos en la planta de chancado de una unidad minera en la libertad.2019” razono que con la mejora de los planes de apoyo de mantto se consiguio la explicación que los tiempos de mantenimiento TMPR han sido menores respecto al tiempo 2018 de 21.1 horas a 4.16 horas en el 2019, el tiempo medio entre fallas(TMEF) ha sido trabajado a diferencia del tiempo pasado 2018 de 42 horas a 199,8 horas.se confirmo que la disponibilidad del equipo se expandió de 84,24% a 97,81% lo que produjo menor indisponibilidad al ciclo.

(Llontop,2018) en su tema de estudio “gestión de mantenimiento y disponibilidad mecánica para el equipo LH307 – cargador frontal de bajo perfil, aplicada en minería subterránea”. Presumió que la gestión de mantto contribuye en este caso la disponibilidad de los equipos LH307, aplicando la mejora continua en el plan de mantto anual. Pasando por el plazo de enero a septiembre del 2017 un mayor TMEF mes a mes de 406 horas y un valor mínimo de 19 horas, indicadores mucho más altos antes de realizar el plan de mantenimiento preventivo.

**Mantenimiento.** Lo entiende como conjunto o centro de métodos utilizados para ocuparse de los equipos y dando asistencia durante el tiempo más idóneo (buscando la accesibilidad más notable) y con la mayor presentación. La auditoría ocasional de un establecimiento goza de dos beneficios: permite limitar el número

y el resultado de las averías y fallos, comprobando el estado de los componentes que lo componen y haciendo concebible el arreglo o la sustitución previsto. Permite ampliar la existencia valiosa de la pieza o equipo alejando alguna falla o avería imprevista (Alban,2017). Su asociación y sus sistemas deben estar coordinados a la ejecución extremadamente duradera de los objetivos adjuntos, avance de la disponibilidad de los equipos o sistemas útil, disminución de los costes de mantto, optimización de los RRHH, ampliación de la presencia de máquina.

**El mantenimiento apropiado.** Asiste en ampliar la valiosa existencia de los recursos o bienes, logrando un rendimiento satisfactorio de los mismo durante más tiempo y disminuyendo la cantidad de fallos. Según los detalles o especificaciones con el cual fue fabricado o instalado. Asociándose con los elementos primordiales de las tareas de mantto.

“entregar mayor garantía con el objetivo de que no haya paradas de producción. A su mantener el equipo con la mayor productividad de trabajo, limitar el tiempo personal, limitar los costes de mantto”. “mantener un elevado grado de diseño de sentido común en el trabajo realizado. Investigar las causas y soluciones de los paros emergentes o casuales”. “planificar y dirigir la distribución de trabajo similar con la mano de obra accesible. Dar y sostener el grupo del taller mecánico necesario”. “establezca un plan de gastos anual, con un apoyo satisfactorio haciéndose cargo de los costes de mantenimiento”.

**El mantto preventivo.** Igual “mantto organizado” son demostraciones controlados que previene los efectos de los equipos. Actúa en función de la experiencia del especialista, responsable de organizar dicha metodología. Teniendo en cuenta las sugerencias del fabricante. “aplicando la consideración del equipo a través de las actualizaciones y arreglos garantizando su legítimo funcionamiento y accesibilidad, dicho mantto se realiza sobre el equipo en condiciones de trabajo. Esto ocurre bajo condiciones controladas por la empresa”. En vista de la encuesta ocasional de perspectivas específicas tanto del equipo como de la programación de un sistema. Añadiendo a la ejecución fiable, la honestidad de la información guardada y en un intercambio de la información correcto, a la máxima velocidad posible dentro de la configuración optima del sistema.

“El objetivo de la elaboración del mantto es impedir los resultados de las averías del equipo, previniendo las incidencias antes que estas sean producidas”. Las actividades de mantto preventivo abarcan tareas como el reemplazo de piezas averiadas, el cambio de lubricantes y grasa, etc. El mantto preventivo deberá impedir las averías de los equipos antes de que se produzcan o mejor dicho un antes de.

Las fundamentales cualidades del mantto preventivo son las mencionadas como: planificar o realizar una programación persistente que será trazado y supervisado por profesionales preparados en el equipo de mantto. Coordinar una agenda que debe ser realizada por profesionales que estén capacitados en el ámbito de mantto. Estas agendas utilizan para realizar investigaciones planificadas constantemente. Lo momentáneo significa que el equipo debe ser actualizado en un tiempo mínimo, para que siga siendo útil a largo plazo. Esto suele influir en el equipo de mantenimiento de la planta. “el mantto preventivo rutinario es aquel en el que se da una progresión de indicaciones exactas para apoyar suficientemente el equipo y así mantenerlo en una preposición continua y estable. “el mantenimiento programado periódico depende de las directrices de mantenimiento de producción, para conseguir y actuar en cada ciclo la modificación y sustitución de los componentes principales del equipo”. “El mantenimiento científico es el examen de las decepciones que muestra cuando debe aplicarse los ejercicios de mantenimiento para esperar las fallas o decepciones del equipo”.

Un mantenimiento muy examinado o trabajado tiene un gasto importante, pero crearía ventajas fenomenales para la organización. “consistencia y mejora de los objetivos de creación de la planta que se garantiza por una mayor accesibilidad funcional del equipo”. “disminución critica de las averías del equipo de los gastos requeridos por la disminución de los trabajos en crisis o de los percances u ocurrencias provocados por las averías significativas del equipo”. “Menor actividad de inutilidad, materiales y mayor trabajo de mantto y artículos de planta, trayendo consigo menores gastos anuales y mayores fondos de reserva”. “disminución de percances y peligros para el personal y la actividad de la planta. Ampliación de la vida útil de la administración y reducción de los costes de sustitución de equipos.

Personal más preparado, con mayor límite de especialización, más organizado, lo que se convierte en un lugar de trabajo más limpio y seguro”.

“una mejor disponibilidad de los aparatos adecuados, ya que serán elegidos por manos especializadas y estarán mejor enfocados. Además, serán atendidos con dominio y seguridad, conservados de forma más fiable por los trabajadores” personal ms satisfecho y mayor eficiencia.

Plan de mantenimiento, el plan de apoyo, es una disposición de trabajos de mantenimiento reservado, que están relacionados o no, siguiendo un tipo de medidas u otro, “incorpora varios equipamientos de la industria, que normalmente son muy pocos. Existe toda una serie de equipos que se consideran inviables según una perspectiva preventivo, y que aplicar una política simplemente correctiva es mucho más eficaz”. El plan de mantenimiento tiene tres tipos de acciones: “los de rutina que se realizan de forma consistente, que suelen ser realizados por el grupo de trabajo. “las acciones planificadas que se realizan durante a lo largo del año”. “las acciones que se realizan durante las paradas programadas”. Con respecto a la recurrencia de un trabajo o movimiento, hay dos métodos para establecerlo periodicidades fijas o decidirlo a partir de tiempos activos”. Cualquiera de las dos formas es estupenda y legítima; incluso es concebible que para ciertas diligencias sea útil que se realicen por periodicidades preestablecidas, en todo caso, aludiendo a un equipo similar, o aludiendo a tiempos activos exitosos. Los dos diferentes no es del todo fijados en la periodicidades con la que se debe realizar cada uno de los trabajos que componen un arreglo, gozando de beneficios y perjuicios (Renovatec,2017).

Cuando los programas de mantenimiento se llevan a cabo en periodos fijos, es posible realizar el mantenimiento en equipos que no han estado en actividad y, por lo tanto, no se han gastado en un periodo determinado. Además, en contra de la norma, en el caso de que el mantenimiento dependa de las horas de trabajo, tienen el inconveniente de que la reserva de trabajos resulta mucho más complicada, ya que no está fijada de antemano con un programa de mantenimiento que contenga tareas con intervalos de tiempo fijos junto con otras en función de las horas de trabajo. No es difícil de supervisar y constantemente será importante buscando acuerdos de responsabilidad.

Programación de mantenimiento. “una serie de actividades se distribuyen en tiempos explícitos. La aplicación del plan de mantto espera la coordinación para compensar las actividades y estar de acuerdo con el ciclo de elaboración; es aquí donde se reserva el mantto para la ejecución”.

“En el plan de gastos de mantto anual, existe una parte de gasto que es más o menos regular, como el trabajo típico o el gasto de las revisiones reservadas, pero hay otros gastos que son variables y están relacionados con las averías que se producen”. En algunos periodos impares hay averías similares o de una gravedad parecida, por lo que el segmento alusivo a los materiales y a los trabajadores del proyecto puede diferir esencialmente en el tiempo de un año a otro. Por otra parte, al elaborar el plan anual de gastos de mantto, es esencial reconocer los costes de ejecución correspondiente, relacionados con la adquisición fundamental de aparatos, la adquisición de existencias de piezas adicionales y el periodo de preparación del personal, que no se repite. Y el gasto anual, que se repite año tras año para determinar una variación. “por último, el plan financiero debe considerar el gasto de las actualizaciones significativas o los diferentes costes cuyas regularidades son más destacadas que las anuales, que no podría serlo.

Fallas, es cualquier estado de actividad de un equipo o pieza que está afuera de una norma caracterizado, lo que se sugiere que el equipo o la pieza no este separado realmente para no descuidar el desempeño de sus funciones. Las maneras de fallas son las circunstancias que abarcan el equipo o la pieza previo a la falla. Caracterizado de distinta forma. “el modo defectuoso es la prueba distintiva del sistema o la modificación de condición que experimenta algún equipo o pieza antes de que reconozca su deficiencia potencial”. Un fallo funcional es caracterizado como una ocurrencia no previsible, que no admite que el activo alcance el estándar de ejecución esperado en el contexto operacional en el cual se desempeña, acercando como resultado que el activo no logre llevar a cabo su rol o lo realice de manera ineficaz. (Nicho,2017).

El orden de las contrariedades en el mantto se da de esta manera, fallas tempranas: “ocurren al inicio de la vida útil y comprende un pequeño porcentaje de fallas. Pueden ser provocadas por cuestiones de materiales, de diseño o montaje”. Fallas adultas, “son las fallas más continuas durante la vida útil. Se obtienen de las

circunstancias de trabajo y se presenta más lentamente que las anteriores (suciedad en el filtro de aire, cambios de rodamientos del equipo, etc.). Fallas tardías: “abordan una pequeña parte de todas las fallas, aparecen sin prisa y se producen en la misma fase de vida del recurso (envejecimiento de la pequeña protección del motor eléctrico, pérdida del flujo luminoso de una luz, etc.).”

Indicadores de mantenimiento, los indicadores de gestión de mantto (a veces denominados KPI) son indicadores clave de ejecución son valores numéricos y, siempre que se elija con precisión, puede reflejar el estado y la mejora del desarrollo de mantto. Son indicadores que se pueden separar en 6 clasificaciones, cada uno de los cuales da datos útiles sobre partes específicas de mantenimiento; “los indicadores relacionados con la disponibilidad del establecimiento, la accesibilidad se caracteriza como el tiempo que el equipo puede ser entregado en relación con la disponibilidad de la instalación, y no el tiempo completo. (De la cruz,2020)”.

“la disponibilidad de un equipamiento representa el periodo disponible de un sistema al servicio de la unidad de fabricación, que se establece como un porcentaje en un tiempo establecido”. Relacionado entre la desigualdad de números de horas del periodo estimado (horas calendario), con el número de horas de participación por el personal de mantto por cada ítem observado y la cantidad total de horas del periodo señalado. La disponibilidad es una magnitud que resume cuantitativamente el carácter de funcionalidad de un factor”.

Será evaluado por la próxima ecuación:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{HTO} - \text{HTP}}{\text{HTO}} \dots \dots \dots (1)$$

Dónde; HTO= horas totales programadas de operación.

HTP= horas totales de parada no programada.

Tiempo medio entre fallas (TMEF); “muestra el plazo en el que se produce una avería, es beneficioso que el plazo en el que se produce una avería sea tan largo o disperso como cabría esperar”. Es el periodo típico en el que un equipo o maquina



realiza su labor sin ninguna falla útil hasta que se produzca un desperfecto, nos muestra que paradas son las más regulares de un proceso, se obtiene de la proporción del tiempo de trabajo completo entre la cantidad de fallos en el tiempo observado (Llontop,2018).

$$TMEF = MTBF = \frac{HTO}{NF} \dots \dots \dots (2)$$

Dónde; NF= “numero de fallas ocurridas en un periodo de tiempo analizado.

Tiempo medio para reparación (TMPR); “demuestra el plazo que se necesita para arreglar o reparar una falla, es beneficioso que el plazo en el que se realiza un mantenimiento sea lo más corto posible”. Es la oportunidad promedio para restablecer la actividad de un equipo, después de una falla ocasional, es un indicador de productividad y viabilidad, se obtiene de la relación del tiempo total de reparaciones entre número de fallas en el tiempo observado.(Llontop,2018).

$$TMPR = MTTR = \frac{HTP}{NF} \dots \dots \dots (3)$$

Tiempo medio para fallas (TMPF); “este indicador evalúa el plazo de tiempo en que resiste o dura una reparación con el paso de ocurrencia de una falla o avería”.

$$TMPF = MTTF = TMEF + TMPR \dots \dots \dots (4)$$

CAMION KOMATSU HD785-7; es un camión pesado de hasta 166 toneladas de GVW (peso límite de carga). “la actividad de este equipo sugiere un bajo nivel de ruido y baja utilización de combustible, además la cabina se encuentra instalada sobre amortiguadores viscosos que incrementan la comodidad y Confort en la operación”. “Camión con motor komatsu de alto rendimiento modelo SAA12V140E-3 que cumple con las normas EPA TIER II. “con una potencia neta al volante de 879 KW / 10178 hp a 1900 rpm” (komatsu,2021).

El vehículo puede ser utilizado para transporte de material (caja o contenedor) o como equipo de cisterna de agua mediante la instalación de un tanque de 20.000 galones,

tiene un amplio espacio de transporte y gran visibilidad que está diseñada ergonómicamente. El tablero de la pantalla es fácil de observar, la disposición de la posición de conducción es óptima K-ATOMICS con capacidad de “SKIP-SHIFT” = salto de cambio, la suspensión hidroneumática, trabajado en ROPS/FOPS incorporado, instalación de montajes viscosos, un mando de control eléctrico para el volcado, una dirección adicional y frenos opcionales. “alternativamente, se puede implementar una suspensión hidroneumática en tres modos (especificado con suspensión automática). Las piezas fundamentales del equipamiento son producidas por komatsu”. Su mecanismo de freno es completamente accionado por presión (hidraulico), el chasis es de alta resistencia a la flexión, los frenos multidisco disponen de una salida de aceite (delantera y trasera); asimismo, ofrece conexiones de sellado frontal, conectores eléctricos fijos DT sellados y una estructura de accionamiento hidraulico excepcionalmente fiable (komatsu,2021).



Figura 1 camión komatsu hd 785-7, fuente catalogo komatsu.

### III. Metodología.

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación.

El tipo de estudio es aplicativo para evaluar los problemas actuales y se ha tratado de ampliar la disponibilidad de máquinas o de los equipos mecánicos, o si no, el avance del mantenimiento que tiene la intención de mejorar la disponibilidad de los camiones komatsu hd 785-7, 2021.

El punto de vista (perspectiva) de esta investigación es cuantitativa, no experimental con características descriptivas y explicativas. Planteándose en un periodo temporal, haciendo un esfuerzo por no modificar los factores independientes, permitiendo concentrarse en la razón proyectada o traída para que de esta manera se puedan plantear reglas para la prueba distintiva, el examen de la cuestión a estudiar y la elaboración de la optimización del plan de mantto es preventivo.

Diseño – descriptivo correlacional.



Dónde;

M= camiones komatsu hd785-7

O1= indicadores de mantenimiento antes de la elaboración del plan de mantto preventivo.

X= elaboración de un plan de mantto después de realizar el plan de mantto preventivo.

O2= indicadores de mantto después de realizar el plan de mantto preventivo.

#### 3.2. Variables y operacionalización.

Variable independiente, optimización del plan de mantenimiento preventivo.

) Definición conceptual, se basa en incorporar una mantto preventivo que se utiliza esencialmente para anticiparse, “a través de una adecuada planificación y programación de las intervenciones periódicas que se realizara”, las fallas previstas en los equipos, los sistemas e instalaciones, que cambian ya sea el proceso productivo o el desempeño normal del componente dañado. (Alban,2017).

- ) Definición operacional, es el conjunto de actividades planificadas que permiten mejorar la disponibilidad de la flota de camiones komatsu hd785-7,2021.
- ) Indicador, n° de tarea de mantto preventivo, n° de horas de mantto preventivo anuales planificadas, plan de inversión en mantto preventivo.
- ) Escala, nominal.

Variable dependiente, desarrollar (mejorar) aún más la disponibilidad de los camiones komatsu hd785.7,2021.

- ) Definición conceptual, seguridad de que los camiones estarán en condiciones ideales de trabajo durante un tiempo y en circunstancias de actividad normal.
- ) Definición operacional, se cumplirá determinando a través de la verificación de los tiempos de trabajo, tiempos de parada o reparación de fallas.
- ) Indicador, HPO, HF, NF, TMEF, TMPR.
- ) Escala de medición, razón.

Tabla 1 matriz de operacionalización.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de Medición
	El mantenimiento preventivo se aplica fundamentalmente para impedir, mediante la adecuada planificación y programación de las intervenciones periódicas que se harán, las fallas previstas en equipos, sistemas e instalaciones, que “transforman ya sea el proceso productivo o el desempeño normal del elemento dañado”. (Alban,2017)	El mantenimiento preventivo es el conjunto de actividades planificadas que permiten mejorar los indicadores de mantenimiento de la flota de camiones KOMATSU HD785-7, 2021.	Nº de actividades de mantenimiento o preventivo.	
Independiente			Nº de horas anuales programadas de mantenimiento	
Mantenimiento preventivo			Presupuesto asignado para el mantenimiento o preventivo	nominal
	Un KPI, indicador, conocido como indicador clave de desempeño, la disponibilidad es definida como el tiempo que el equipo puede producirse en proporción a la disponibilidad de la instalación, y no el tiempo total. (De la Cruz, 2020).	Los indicadores de mantenimiento permiten evaluar el desempeño del mantenimiento en los camiones HD785-7, Komatsu- 2021.	Horas programadas de operación.	
Dependiente			Horas de falla	
			Numero de fallas.	
Mejorar la disponibilidad en los camiones Komatsu			Tiempo medio entre fallas.	Razón
			Tiempo medio para reparaciones	

Nota; fuente de elaboracion propia.

### 3.3. Población y muestra.

- ) Población; está conformado por un conjunto de camiones komatsu hd785-7,2021. El número de la flota son de 07 unidades, ubicados en bayovar—piura.
- ) Muestra, para el estudio se estableció el camión más crítico de la flota de 07 camiones komatsu hd785—7,2021.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos;

- ) Análisis de datos históricos; es el estudio de los informes de fallas y del lapso de molestias, lo que permitirá obtener información fiable. Medir los indicadores en un primer momento y mostrando las cualidades de los factores en estudio.
- ) Observación no experimental; estrategia que se realizó antes de explorar diferentes vías en relación con las variables, “es decir, la percepción de los problemas tal y como se muestran en la realidad, de manera que permitirá conocer lo que está pasando en la actual gestión”.
- ) Revisión documental; se analiza los documentos de la empresa que permitió recolectar los datos sobre las variables de interés.
- ) Revisión documental; es la investigación y revisión del manual de operación del objeto a estudiar, permitió obtener los fundamentos y detalles para el diseño del programa de mantenimiento.
- ) Reporte de fallas; formato en el que se registró información que ayudo a medir los indicadores de la variable dependiente.
- ) Matriz de comparación de indicadores; formato en el que se definió el propósito para el análisis, en el que se establece los criterios de evaluación y el método de evaluación para jerarquizar el camión komatsu hd785—7 más crítico, para aplicar el programa de optimización en el plan de mantto preventivo para mejorar la disponibilidad de los camiones.

- 3.5. Procedimientos; se completará un estudio de los informes de fallas de los camiones komatsu hd785—7, utilizando los datos en los diseños de excel en los que se registraron las informaciones que permitirá estimar los indicadores de la variable dependiente del camión más crítico, a través de un esquema de Pareto, se enfocaran en la unidad más crítico para destacar los ensayos de la prueba de mantenimiento que se ejecutara, con esto el programa excel producirá un análisis sucesivo para el estudio de los sistemas a realizar.
- 3.6. Método de análisis de dato; mediante la utilización de un programa computacional y cálculos matemáticos, se emplearán para el trabajo de investigación.

“se efectuará un estudio relacionado hacia el desempeño del plan de mantenimiento y el aumento de la disponibilidad de mantenimiento, a raíz de aplicar el plan de mantenimiento preventivo”.

El siguiente logro será atribuir la mejora para el plan de mantenimiento preventivo, la mejora se agrega y se comprobará con los últimos diagnósticos de la disponibilidad. Esto nos permitirá imaginar las ventajas de seguir desarrollando la aplicación dada a la calidad de la confiabilidad inicial de los camiones komatsu hd 785-7.

- 3.7. Aspectos éticos; el comienzo básico es el valor ético, efectuando estudios estadísticos de acuerdo con procedimientos cuantitativos y determinar el diagrama Pareto.

#### IV. Resultados.

Se describió los resultados obtenidos recurriendo al taller mecánico en busca de información donde se encontró detalladamente cada reporte de servicios de mantenimiento en función a los objetivos planteados, los mismo que fueron representados en tablas y en gráficos de análisis estadísticos (Pareto) arrojándonos resultados, con la finalidad de evidenciar el trabajo de campo, también el uso de herramientas para el procesamiento de la información del estudio.

##### 4.1. Se analizó el procesamiento de la información (fallas, averías).

Se presenta el análisis mediante las fallas y ocurrencias generados en la flota, equipos y sistemas críticos, comparándolos con los costos generados por los mantenimientos correctivos y preventivos, para ello obtendríamos indicadores que nos darían el panorama de la situación actual. Las causas que generan una baja disponibilidad en la flota de maquinaria pesada, las cuales se detallan en la siguiente tabla;

Tabla 02 causas encontradas;

Código	Causa encontrada
P1	Fallas por mantenimiento inadecuado
P2	Falta de documentos de gestión del mantenimiento
P3	Falta de capacitación del personal
P4	Falta de stock de repuestos
P5	Falta de organización del área
P6	Presupuesto inadecuado de mantenimiento

Fuente; empresa (taller mecánico)

Las causas encontradas, fueron de mi investigación que hice en el taller mecánico a los trabajadores las cuales me reportaron tal situación.



Posteriormente con ayuda de la tabla de frecuencia de las causas encontradas, que se realizó con los datos de la matriz relacional, se determinó las frecuencias en porcentajes.

Tabla 03 matriz relacional de causas encontradas.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Frecuencia Absoluta	Frecuencia acumulada
P1	1	1	1	1	1	1	5	33,3%
P2	0	1	0	1	1	1	3	20,0%
P3	0	1	1	1	1	1	4	26,7%
P4	0	0	0	1	0	1	1	6,7%
P5	0	0	0	1	1	1	2	13,3%
P6	0	0	0	0	0	1	0	0,0%
Total							15	100,0%

Fuente; empresa (taller mecánico).

Como resultado (tabla 03) se observó que la causa con mayor relevancia que se encuentra, es la baja disponibilidad de los camiones. Es debido a fallas por mantenimiento inadecuados con un porcentaje de (33,3%), falta de capacitación del personal (26,7%) y la falta de documentos de gestión del mantenimiento (20%), los cuales suman el 80% de las causas que ocasionaron el problema de baja disponibilidad en los camiones komatsu.

4.2. Se evaluó los indicadores de mantenimiento antes de aplicar la optimización en el plan de mantenimiento preventivo en los camiones komatsu hd 785- 7, 2021.

La flota analizada está compuesta por 07 unidades komatsu hd 785—7, según la siguiente descripción para el año 2020 en números de horas totales programadas de operación, horas totales de parada no programada al año acumuladas y número de fallas, las cuales se detallan en la tabla 04.

Tabla 04 datos de los camiones.

N°	N° de Placa	Horas totales programadas de operación	Horas totales de parada no programada	Numero de fallas
1	Camión HD785-7 125 IO325	1 353	115	48
2	Camión HD785-D 125 IO326	1 450	138	52
3	Camión HD785-D 125 IO327	1 525	132	46
4	Camión HD785-D 125 IO328	1 244	94	42
5	Camión HD785-D 125 IO329	1 363	112	45
6	Camión HD785-D 125 IO340	1 589	124	49
7	Camión HD785-D 125 IO345	1 578	122	47

Fuente; empresa (taller mecánico).

Aplicando las ecuaciones 1,2 y 3 se determina la disponibilidad de cada camión komatsu, así tenemos por ejemplo para el camión komatsu hd 785- 7 IO325.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{1353 - 115}{1353} \times 100 = 91,50\%$$

$$\text{TMEF} = \frac{1353}{48} = 28,18 \text{ horas/falla}$$

$$\text{TMPR} = \frac{115}{48} = 2,39 \text{ horas/falla}$$

En la tabla 05 se presenta los valores de disponibilidad, tiempo medio entre fallas y tiempo medio para reparaciones, calculadas para cada uno de los camiones en estudio.

Tabla 05 valores de disponibilidad.

N°	N° de Placa	Disponibilidad (%)	TMEF (horas/falla)	TMPR (horas/falla)
1	Camión HD785-7 125 IO325	91,50%	28,18	2,39
2	Camión HD785-7 125 IO326	90,48%	27,88	2,65
3	Camión HD785-7 125 IO327	91,34%	33,15	2,87
4	Camión HD785-7 125 IO328	92,44%	29,62	2,24
5	Camión HD785-7 125 IO329	91,78%	30,29	2,49
6	Camión HD785-7 125 IO340	92,20%	32,43	2,53
7	Camión HD785-7 125 IO345	92,27%	33,57	2,60

Fuente; elaboracion propia.

De la tabla anterior se distinguió que el camión hd 785-7 125 I0326 tiene la disponibilidad más mínima con un valor de 90,48%, y además tiene el menor valor de tiempo de fallos equivalente a 27,88 hora/fallo, lo que significara que es más predispuesto averiarse en un menor tiempo con respecto al resto de los camiones en estudio. Así mismo tiene el segundo valor más notable de tiempo medio entre reparaciones con un valor de 2,65 horas/fallo, representando el segundo valor más elevado en duración de reparación de una avería. Con lo que se presentara la identificación de las averías realizadas en cada uno de sus equipos que se aplicaran al camión hd785-7 125 I0326, para implementar un plan de mantenimiento preventivo que permita trabajar en la disponibilidad de los camiones.

En la tabla 06 presenta el resumen de las fallas y la frecuencia de las duraciones que se producen durante un año (año 2020) para el camión hd785-7 125 I0326, motor SAA12V140E-3.

Tabla 06 ocurrencias de fallas en el camión hd785-7 123 I0326.motor SSA12V140E-3.

N°	Sistema	Subsistema	N° de Fallas	Duración de falla (horas)	HPNP (horas)
1	Motor	Motor principal	4	4	16
2	Motor	Admisión y escape	3	1,5	4,5
3	Motor	Enfriamiento	4	2	8
4	Motor	Inyección	7	3	21
5	Motor	Lubricación	5	2	10
6	Eléctrico	Iluminación	2	0,5	1
7	Eléctrico	Encendido	5	3	15
8	Eléctrico	Control	0	0	0
9	Transmisión	Eje de transmisión	1	8	8
10	Transmisión	Frenos	2	5	10
11	Transmisión	Neumáticos	3	1,5	4,5
12	Transmisión	Dirección	2	3	6

13	Hidráulico	Motriz	3	3	9
14	Hidráulico	Distribución	8	1,5	12
15	Hidráulico	Actuadores	1	2,5	2,5
16	Estructural	Bastidor	1	7	7
17	Estructural	Parachoque	0	0	0
18	Estructural	Tolva	0	0	0
19	Estructural	Carrocería	1	3,5	3,5
TOTAL			52		138

Fuente; empresa MISKY MAYO (taller mecánico).

A continuación (tabla 06) se sumó la cantidad de fallos y las horas de duración de los fallos para cada uno de los camiones komatsu hd785-7 125 I0326.

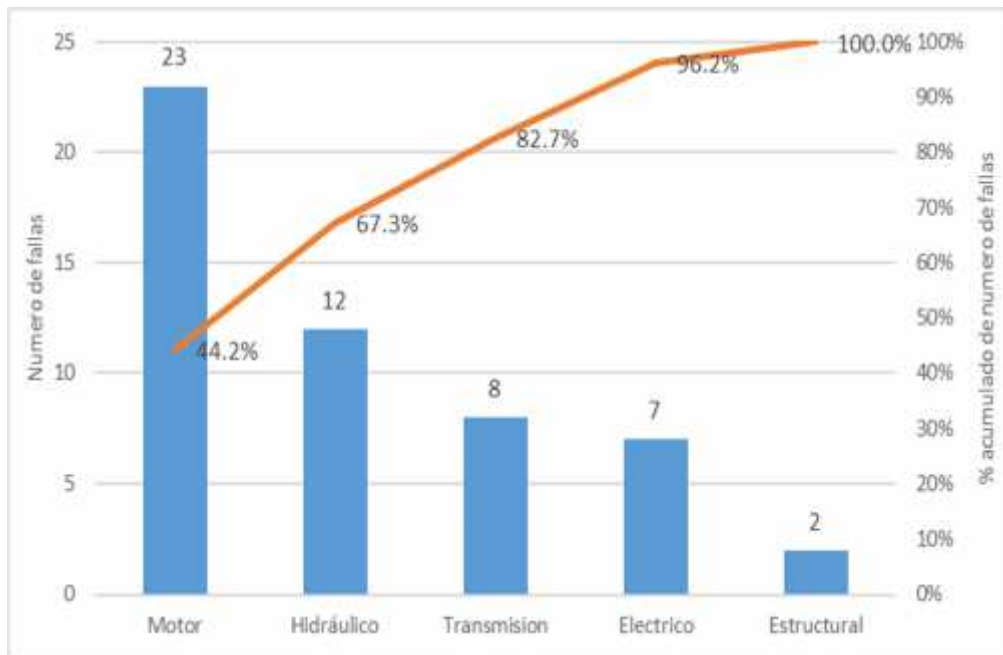
Tabla 07 investigación del número de fallos y horas completas de tiempo no programado para el camión hd785—7 125 I0326. Motor SAA12V140E-3.

N°	Sistema	N° de Fallas	HPNP (horas)
1	Motor	23	59,5
2	Eléctrico	7	16
3	Transmisión	8	28,5
4	Hidráulico	12	23,5
5	Estructural	2	10,5
	Total	52	138

Fuente; elaboracion propia.

“Los resultados derivan de la tabla 07, corresponde a la sumatoria de los subsistemas de cada sistema (motor, eléctrico, trasmisión). elaborándose el diagrama de Pareto para identificar cuál de los sistemas requiere un mayor énfasis en la implementación del plan de mantenimiento que permita incrementar el valor de la disponibilidad”

Figura 02 diagrama de Pareto para el numero de fallas;

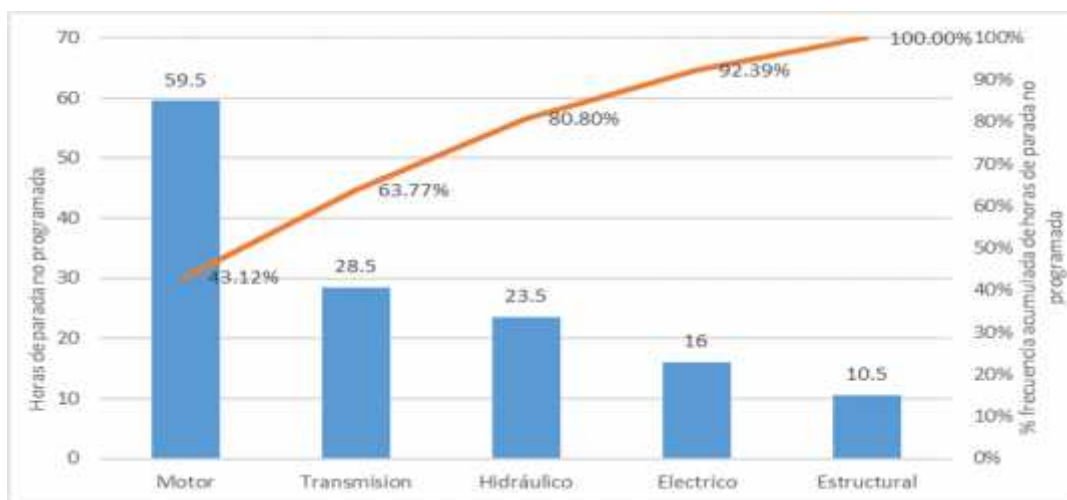


Fuente; Elaboracion propia.

De acuerdo con el esquema de Pareto para la cantidad de fallos, entre, el motor, hidráulico y la transmisión representan el 82,7%, número absoluto de fallos presentes en los camiones HD785-7 125 IO326. Por lo tanto, los trabajos de mantenimiento que se deben realizar en los 03 sistemas mencionados anteriormente deben centrarse en aumentar la disponibilidad de los camiones.

Asimismo, se elaboró un gráfico de Pareto para reconocer cuál de los sistemas tiene el tiempo no programado más elevado según sus fallos, “por lo que se espera una implementación más prominente en la ejecución, con la intención de mejorar o ampliar el valor de la disponibilidad”.

Figura 03 diagrama de Pareto para el número de horas de parada no programadas;



Fuente; Elaboracion propia.

De acuerdo con el grafico de Pareto anterior, para la cantidad de horas de parada. Los sistemas como, el motor, trasmisión e hidraulico, representa el 80,8% de la cantidad total de horas de parada no programadas de la unidad HD785—7 125 IO326. De esta manera, los trabajos de mantto va ser ejecutados en los 03 sistemas referidos anteriormente para aumentar la disponibilidad de los camiones.

4.3. Se elaboró un plan de optimizacion de mantenimiento en los camiones KOMATSU HD785—7,2021.

Se detalla el plan de optimizacion completado en enero y febrero del 2021 para el sistema de mantenimiento preventivo de los camiones komatsu. Que incorpora la mejora de la gestión del área de mantenimiento y el control de los sistemas actuales.

Dada la desesperación de ejecutar mejoras significativas en la más breve oportunidad concebible para disminuir la cantidad de incidencias o fallos (52), para la unidad HD785—7 125 IO 326. Se atrajo un plan de mejora de trabajo de seis meses para hacerlo viable con la adaptación de la empresa de retener y ajustar a los progresos exigidos en materia de igualdad.

Dicho plan de mejora propuesto incluye 2 tareas principales, una de ellas realizadas a las actividades directas de mantenimiento preventivo e inspección de las

ocurrencias detectadas y la otra tarea relacionada las actividades de gestión de mantenimiento.

#### 4.3.1. Actividades de organización.

El principal plan de mejora es relevar y diagramar el nuevo esquema jerárquico (organigrama), del área de mantenimiento. Y se consideró ventajoso reclasificarlo, agregando cuatro nuevos puestos que cubren la parte de la gestión y especialización del área de apoyo, estos son;

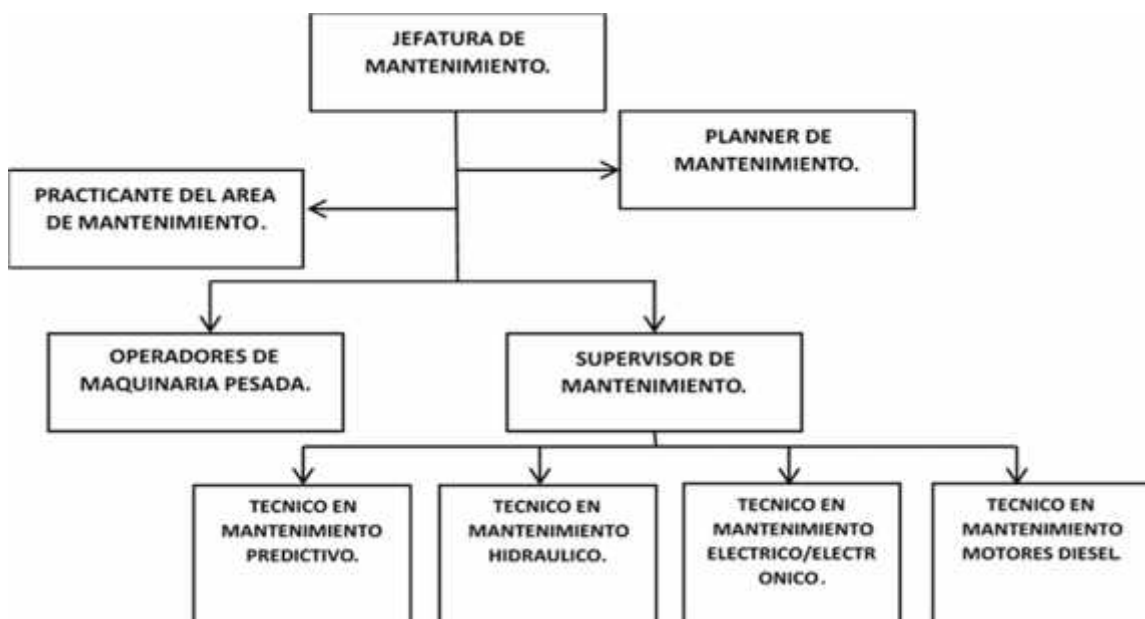
El jefe de mantenimiento; del cual se escogió entre los supervisores con más experiencias del área.

El Planner de mantenimiento; que también se escogió dentro los supervisores con conocimientos de herramientas de gestión de mantenimiento.

El practicante de mantenimiento; para el apoyo del Planner de mantenimiento y asistencia del supervisor.

Se tiene el siguiente organigrama del área de mantenimiento, quedaria de la siguiente manera;

Figura 03 organigrama del área;



Fuente; Elaboracion propia.



Se repartieron los trabajos y las obligaciones del personal de mantenimiento. Como característica de la organización del área, antes de organizar el programa de mantenimiento, se repartieron las próximas obligaciones;

Nombre del puesto, A quien reporta, A quien supervisa, Funciones/responsabilidades.

Jefe de mantenimiento;

<b>NOMBRE DEL PUESTO</b>	Jefe de mantenimiento
<b>PERTENECE A</b>	Gerencia de Operaciones
<b>REPORTA A</b>	Gerente de Operaciones
<b>SUPERVISA A</b>	Encargado del área de mantenimiento, Supervisores de Mantenimiento, Planner de Mantenimiento, Técnicos Mecánicos, Electricistas, Soldadores y Terceros (Sub-Contratistas).
<b>FUNCIONES / RESPONSABILIDADES</b>	
<p>Coordinar con el encargado del taller y supervisor para la asignación de tareas.</p> <p>"Planificar, organizar, dirigir y controlar el Mantenimiento de todos los equipos de la empresa".</p> <p>Responsable de las actividades de mantenimiento por los técnicos mecánicos y electricistas.</p> <p>"organizar con el encargado del taller y supervisor para la atribución de tareas. disponer y supervisar las reparaciones atendidas por terceros (subcontratistas)".</p> <p>comunicar a la gerencia de operaciones sobre la gestión de mantenimiento, pasando información de los índices seleccionados, que permitan evaluar costos, operatividad, confiabilidad, disponibilidad de los equipos y de las actividades realizadas. "Elaborar los planes de mantenimiento preventivos de los equipos de la empresa. Coordinar y determinar con la Jefatura de logística el stock mínimo necesario de repuestos e insumos que debe haber en almacén".</p> <p>Reportara estimados y proyecciones de insumos, "tal como llantas, aceites, filtros, elaborar la relación de repuestos estratégicos que la empresa debe tener listos para ser utilizados para garantizar el rápido reemplazo de las partes averiadas".</p>	

Supervisor del área de mantenimiento;

<b>NOMBRE DEL PUESTO</b>	Supervisor de técnicos de Mantenimiento
<b>PERTENECE A</b>	Mantenimiento
<b>REPORTA A</b>	Jefe de Mantenimiento
<b>SUPERVISA A</b>	Planner de Mantenimiento, Técnicos Mecánicos, Electricistas, Soldadores y Terceros (Sub-Contratistas).
<b>FUNCIONES / RESPONSABILIDADES</b>	
Se responsabiliza de las tareas de mantenimiento en el taller, también por técnicos mecánicos y electricistas. Supervisara la reparación que son atendidas por los técnicos mecánicos y electricistas. Coordinara y supervisara las reparaciones atendidas por terceros. Mantener actualizado el historial de eventos. Informar al Jefe de Mantenimiento la disponibilidad diaria de los equipos. Apoyo en el mantenimiento correctivo de los equipos en provincias. Realizar tareas afines asignadas por la jefatura de mantenimiento.	

Planner de mantenimiento;

<b>NOMBRE DEL PUESTO</b>	Planner de Mantenimiento
<b>PERTENECE A</b>	Mantenimiento
<b>REPORTA A</b>	Jefe de Mantenimiento
<b>SUPERVISA A</b>	Practicante de mantenimiento y tareas ejecutadas.
<b>FUNCIONES / RESPONSABILIDADES</b>	

Efectuara el control de los mantenimientos preventivos avisando al supervisor para la programación de ingreso de unidades al taller.

Asistirá al jefe de mantenimiento en la documentación y valorización de los costos de mantenimiento.

“Crea las OT según las asignaciones de tareas y/o servicios.

Alimenta y mantiene actualizada los programas y formatos de mantenimientos”.

Entregará al Jefe de mantenimiento los documentos y formatos de mantenimiento para su revisión.

Técnico hidraulico;

<b>NOMBRE DEL PUESTO</b>	Técnico Mecánico
<b>PERTENECE A</b>	Mantenimiento
<b>REPORTA A</b>	Jefe de Mantenimiento y supervisor de mantenimiento.
<b>SUPERVISA A</b>	N.A.
<b>FUNCIONES / RESPONSABILIDADES</b>	
<p>Evalúa los diagnósticos de fallas, en conjunto con el Encargado del taller o supervisor inmediato para cambio de repuestos.</p> <p>Ejecutará las reparaciones mecánicas, mantenimientos preventivos y correctivos.</p> <p>Elaborar reportes de las reparaciones u otras que le solicite su jefe inmediato.</p> <p>Estar en optima capacidad física y mental durante el trabajo.</p> <p>Es responsabiliza de su aspecto personal.</p>	

Técnico electricista;

<b>NOMBRE DEL PUESTO</b>	Técnico Electricista
<b>PERTENECE A</b>	Mantenimiento
<b>REPORTA A</b>	Jefe de Mantenimiento y supervisor de mantenimiento.
<b>SUPERVISA A</b>	N.A.
<b>FUNCIONES / RESPONSABILIDADES</b>	
Evalúa los diagnósticos de fallas, en conjunto con el Encargado del taller o supervisor inmediato para cambio de repuestos. Ejecutar las reparaciones de electricidad, mantenimientos preventivos y correctivos. Elaborar reportes de las reparaciones u otras que le solicite su jefe inmediato. Mantenimiento integral del sistema eléctrico en los equipos. Diagnóstico y programación de sistemas de seguridad de carga. Estar en óptima capacidad física y mental durante el trabajo Se responsabiliza de su propio aspecto personal.	

Técnico hidráulico;

<b>NOMBRE DEL PUESTO</b>	Hidráulico
<b>PERTENECE A</b>	Mantenimiento
<b>REPORTA A</b>	Jefe de Mantenimiento y supervisor de mantenimiento.
<b>SUPERVISA A</b>	N.A.
<b>FUNCIONES / RESPONSABILIDADES</b>	

Evalúa los diagnósticos de fallas, en coordinación con el Encargado del taller o supervisor inmediato.

Ejecutar las reparaciones de sistema hidráulico.

Elaborar reportes de las reparaciones u otras que le solicite su jefe inmediato.

Estar en optima capacidad física y mental durante el trabajo.

Se responsabiliza de su propio aspecto personal.

Técnico en motores diésel:

<b>NOMBRE DEL PUESTO</b>	Técnico en motores
<b>PERTENECE A</b>	Mantenimiento
<b>REPORTA A</b>	Jefe de Mantenimiento y supervisor de mantenimiento.
<b>SUPERVISA A</b>	N.A.
<b>FUNCIONES / RESPONSABILIDADES</b>	
<p>Evaluación y diagnóstico de fallas de los motores Diésel de los equipos, en conjunto con el supervisor de mantenimiento.</p> <p>Controlar y evaluar sus condiciones de los motores diésel de las unidades de transportes, equipos y plataformas.</p> <p>Generar reportes de control de neumáticos.</p> <p>Evaluar la continuidad de los neumáticos</p> <p>Reparar neumáticos en mal estado</p>	

#### 4.3.2. Entrenamiento y capacitación en el área de mantenimiento;

Todos los ejecutivos de mantenimiento deberían tener en cuenta estos trabajos como realmente importantes para lograr el cambio y la ejecución experta de su personal, a la vez independientemente de su situación y nivel de instrucción. Posteriormente, el plan de mejora debe incorporarse al sistema que se emplea para su desarrollo y las motivaciones que se aplicaran para animar al personal en su preparación y formación continua. Los programas de preparación duradera tienen, entre otros los objetivos que se acompañan y son;

Trabajar con una ejecución más competente de sus tareas específicas; presentando nuevos avances o nuevas tecnologías en los equipos. Exigir las ideas fundamentales de seguridad y la limpieza industrial. Formarles en el control preventivo de los percances y en su combate en caso de que se produzcan.

“Conocer los fundamentos de los procesos de elaboración utilizados en la empresa con particular énfasis en la conexión a la ocurrencia de la actividad de los equipos e instalaciones en la calidad y cantidad de los productos que surgen debido a ella, así como los desechos y además rechazos debido a su actividad mala o regular”.

Trabajar en las habilidades administrativas y la especialización del personal y sus jefes. Impulsar la incorporación de un manejo computarizado de la información del área de mantenimiento.

Estos proyectos de incrementaran de forma periódica con gran influencia del área responsable de los RRHH y del apoyo del área de mantenimiento. “la preparación será en conjunto o por separado tanto en la organización (empresa) como en las instituciones privadas o públicas especializadas, adaptándose a los fines propuestos”;

#### 4.3.3. Programación del plan de mantenimiento;

El plan de mantenimiento involucra las siguientes actividades;

programa de mantenimiento autónomo rutinario

Programa de mantenimiento predictivo.

Programa semestral del mantenimiento preventivo.

“El programa de mantenimiento autónomo depende del mantenimiento productivo total, en el que cada una de las personas de un área se ocupa de las tareas que permiten mantener el equipo o las maquinas con un nivel serio de fiabilidad y accesibilidad”. del mismo modo las actividades rutinarias las realizan los técnicos del área como parte de su actividad diaria. Seguidamente se presenta las actividades del programa de mantenimiento autónomo el cual es ejecutado por los operadores de los camiones komatsu.

Tabla 08 programa de mantenimiento autónomo y rutinario en sistemas eléctricos y motor, para el camión komatsu HD785—7 125 IO326.

SISTEMA	TIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA(dias)	RESPONSABLE
ELECTRICO	Autonomo	Estado de encendido/apagado de motor	Diario	Operador
	Autonomo	Revisión de luces de encendido	Diario	Operador
	Autonomo	Limpieza de luces de encendido	Diario	Operador
	Autonomo	Verificación de zóquetes de luces	Diario	Operador
	Autonomo	Verificar estado de sirena de retroceso	Diario	Operador
	Rutinario	Revisar contactos de batería	Interdiario	Tec Electricista
	Rutinario	Verificar estado de control de cabina	Interdiario	Tec Electricista
	Autonomo	Verificar pulsado de arrancador	Diario	Operador
	Autonomo	Ajuste de faros de luz de retroceso	Diario	Operador
	Rutinario	Verificación de circuito de soquetes	Interdiario	Tec Electricista
MOTOR	Autonomo	Verificaciom del arnes de faros delanteros	Diario	Operador
	Autonomo	Revisar nivel de aceite de motor	Diario	Operador
	Autonomo	Control de horometro de combustible	Diario	Operador
	Rutinario	Instalar manometro y verificar presión	Semanal	Tec Mant Motor
	Autonomo	Verificación de fugas y hermeticidad de radiador	Diario	Operador
	Autonomo	Verificar fugas de líquido refrigerante	Diario	Operador
	Rutinario	Revisión de correas de motor	Interdiario	Tec Mant Motor
	Autonomo	Verificar fugas de combustible	Diario	Operador
	Rutinario	Verificar estado de filtros de aire	Interdiario	Tec Mant Motor
	Autonomo	Inspección visual de rajaduras del tanque	Diario	Operador
Autonomo	Revisión de estado de pedal	Diario	Operador	

Fuente; Elaboración propia.



Tabla 09 programa de mantenimiento autónomo y rutinario en sistemas transmisión, hidraulico y estructural para el camión HD785-125 IO 326

TRANSMISION	Autonomo	Revisión rápida de la dirección	Diario	Operador
	Rutinario	Verificación de control de cambios	Semanal	Tec Mant Motor
	Rutinario	Revisión del estado del reten	Interdiario	Tec Mant Motor
	Autonomo	Verificación de fugas de aceite	Diario	Operador
	Autonomo	Revisión de fugas de aire	Diario	Operador
	Autonomo	Verificar estado de frenos	Diario	Operador
	Rutinario	Revisión de pulmón de freno	Semanal	Tec Mant Hid
	Rutinario	Verificar estado de tambor de ruedas	Semanal	Tec Mant Hid
	Rutinario	Revisión de estiramiento de fajas	Semanal	Tec Mant Hid
	Rutinario	Revisión estado de neumático	Diario	Tec Mant Hid
	Rutinario	Revisión de neumáticos	Interdiario	Tec Mant Hid
	Rutinario	Inspección de fugas	Diario	Operador
HIDRAULICO	Rutinario	Inspección del estado del resorte	Interdiario	Tec Mant Hid
	Rutinario	Estado de desgaste de las guías.	Semanal	Tec.Mecanico
	Rutinario	Estado de desgaste de las guías.	Semanal	Tec.Mecanico
	Autonomo	Estado de accionamiento de actuadores	Diario	Operador
	Rutinario	Inspección del toma fuerza	Interdiario	Tec.Mecanico
	Autonomo	Inspección de fugas de aceite	Diario	Operador
ESTRUCTURAL	Autonomo	Revisión de parachoques	Diario	Operador
	Autonomo	Verificar barandas de tolva	Diario	Operador
	Autonomo	Verificar fisuras en tolvas y chasis	Diario	Operador

Fuente; Elaboración propia.

Para la programación del mantenimiento predictivo se establece las siguientes ordenes de trabajo, y códigos respectivos;

MPd1: tribología; se analizará el lubricante del motor de combustión interna y lubricante del sistema hidraulico con la finalidad de determinar la condición de calidad del lubricante del motor. Tomando en cuenta las próximas condiciones; “viscosidad, tendencia de hollín, tendencia de sulfatación, oxidación, nitración, tendencia de desgaste de hierro y cobre”.

MP2; termografía; inspeccionaremos los puntos calientes del cigüeñal y culata del motor de explosión interna, así como verificar la temperatura del aceite del sistema hidraulico. “se tomará como referencia el lubricante hidraulico de vuelta al cárter de aceite de 60°C, como el nivel más alto de temperatura y un valor de 40°C nivel de temperatura de retorno al circuito hidraulico”.

“para la temperatura afuera del motor de explosión interna se tomará en cuenta el valor de 120°C, en la culata del motor como temperatura mayor para una buena explosión y un buen funcionamiento del sistema de enfriamiento”.

MPd3: Desgaste; la evaluación de inspeccionar el desgaste se ejecutará para decidir la disminución del material sometido por impacto del trabajo, en este caso de la tolva del camión. Esta tarea la hará el técnico mecánico usando un vernier y un micrómetro digital para evaluar los puntos desgastados del camión komatsu HD785-7 125IO326.

Tabla 10 programa de mantenimiento preventivo para el camión KOMATSU HD785-7 125 IO326.

SISTEMA	TIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Mantenimiento Preventivo	Dureza	Medición de espesor de metal de la tolva.	Mensual	Tec. Mantenimiento
	Termografía	Medición de puntos calientes	Mensual	Tec. Mantenimiento
	Tribología	Medición de aceite de motor	bimensual	Empresa externa

Fuente; Elaboracion propia.

Se mostrará el plan de mantenimiento preventivo asociados en cinco técnicas; determinando las actividades a efectuar, teniendo en cuenta el grupo de mantenimiento a realizar como la frecuencia de tiempo a utilizar, teniendo lo siguiente; MP1; esta sugerido a la actividad de mantenimiento preventivo mensual. MP2; actividad de mantenimiento preventivo bimensual, en el cual incluye el MP1. MP3; llamado mantenimiento preventivo trimestral, tambien está incluido el MP1. MP4; mantenimiento preventivo semestral, están incluidos MP1, MP2, MP3. Y del mismo modo se exhibirá la estructura de la duración y número de trabajadores para exigir el mantenimiento en su conjunto.

Tabla 11 programa de mantenimiento preventivo para el camión HD785—7 125 IO326,- sistema motor

SISTEMA	SUBSISTEMA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	CODIGO	TIEMPO (h)	PERSONAL	RESPONSABLE
MOTOR	Motor principal	Limpiar y verificar empaquetaduras de culata	Semestral	MP4	4	1	M. Diesel
		Revisar encendido y sincronizacion del motor	Mensual	MP1	1	1	M. Diesel
		Verificacion de tensado y rotura de faja	Mensual	MP1	0,5	1	M. Diesel
		Revisión anillos de piston y cilindros	Trimestral	MP3	4	1	M. Diesel
		Inspección y cambio de filtro de petroleo	Bimensual	MP2	0,5	1	M. Diesel
	Admision y escape	Revisión y cambio de filtro de aire	Trimestral	MP3	0,5	1	M.Mecanico
		Inspección de turbo alimentador	Bimensual	MP2	1	1	M.Mecanico
	Enfriamiento	Verificación de fugas y hermeticidad de radiador	Mensual	MP1	1	1	M.Mecanico
		Cambio de liquido refrigerante y agua	Trimestral	MP3	0,5	1	M.Mecanico
		Inspección de componentes de sistema de refrigeracion: bomba, tapon, termostato	Trimestral	MP3	2	1	M.Mecanico
		Equilibrado de ventilador	Mensual	MP1	1	1	M.Mecanico
	Inyeccion	Verificación de la presión de bomba de transferencia	Mensual	MP1	1	1	M. Diesel
		Revisión de presión y secuencia de inyección	Semestral	MP4	1	1	M. Diesel
	Lubricacion	Cambio de aceite lubricante	Trimestral	MP3	0,5	1	M.Mecanico
		Revisión y cambio de filtro de aceite	Trimestral	MP3	0,5	1	M.Mecanico
Inspección de componentes del sistema de lubricación		Bimensual	MP2	1	1	M.Mecanico	

Fuente; Elaboracion propia.

Tabla 12 programa de mantenimiento preventivo para el camión HD785-7 125 IO326,- sistemas Hidraulico-Transmision-Electrico y estructural

SISTEMA	SUBSISTEMA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	CODIGO	TIEMPO (h)	PERSONAL	RESPONSABLE
HIDRAULICO	Motor	Limpieza e inspeccion de bomba principal	Bimensual	MP2	1	1	M.Hidraulico
		Limpieza de deposito de aceite	Trimestral	MP3	2	1	M.Hidraulico
		Cambio de filtro de aceite hidraulico	Trimestral	MP3	0,5	1	M.Hidraulico
	Distribucion	Revision de fugas y estado de mangueras hidraulicas	Mensual	MP1	1	1	M.Hidraulico
	Actuadores	Ajustes de purga de piston de levante	Mensual	MP1	1	1	M.Hidraulico
TRANSMISION	Frenos	Inspeccion de liquidos de frenos y pastillas	Mensual	MP1	1	1	M. Diesel
		Lubricacion del sistema de frenos	Mensual	MP1	0,5	1	M. Diesel
	Neumaticos	Inspeccion de estado de neumaticos	Mensual	MP1	0,5	1	M. Diesel
	Direccion	Revision de barra, elementos y cremallera de la direccion	Bimensual	MP2	1	1	M. Diesel
		Revision de piñon de direccion	Bimensual	MP2	0,5	1	M. Diesel
ELECTRICO	Electrico	Inspeccion de sistema electrico de iluminacion y arranque, bateria	Bimensual	MP2	2	1	M.Electrico
	Mando	Revision de sistema de mando	Bimensual	MP2	1	1	M.Electrico
ESTRUCTURAL	Bastidor	Revision de la estructura	Semestral	MP4	0,5	1	M.Mecanico
	Parachoque	Revision de estructura	Semestral	MP4	0,5	1	M.Mecanico

Fuente; Elaboracion propia.

Tabla 13 estructura de la programación del plan de mantenimiento según ordenes de mantenimiento.

PROGRAMACION MENSUAL						
CODIGO	RESPONSABLE	TIEMPO(h)				
MP1	M. Diesel	4,5	La orden de mantenimiento con codigo MP1 involucra 4 tecnicos con una duracion maxima de tiempo de 4,5 horas			
	M.Mecanico	2				
	M.Hidraulico	2				
	M.Electrico	0				
	Duracion MP1	4,5				
PROGRAMACION BIMENSUAL						
CODIGO	RESPONSABLE	TIEMPO(h)	CODIGO	RESPONSABLE	TIEMPO(h)	
MP2	M. Diesel	2	MP2 +	M. Diesel	6,5	La orden de mantenimiento MP2 y MP1 se ejecutan en simultaneo con una duracion de 6,5 horas e involucra a 4 tecnicos.
	M.Mecanico	2		M.Mecanico	4	
	M.Hidraulico	1		M.Hidraulico	3	
	M.Electrico	3		M.Electrico	3	
	Duracion MP2	3		Tiempo maximo MP2+MP1	6,5	
PROGRAMACION TRIMESTRAL						
CODIGO	RESPONSABLE	TIEMPO(h)	CODIGO	RESPONSABLE	TIEMPO(h)	
MP3	M. Diesel	4	MP3 +	M. Diesel	8,5	La orden de mantenimiento MP3 y MP1 se ejecutan en simultaneo con una duracion de 8,5 horas e involucra a 4 tecnicos.
	M.Mecanico	4		M.Mecanico	6	
	M.Hidraulico	2,5		M.Hidraulico	4,5	
	M.Electrico	3		M.Electrico	3	
	Duracion MP3	4		Tiempo maximo MP3+MP1	8,5	
PROGRAMACION SEMESTRAL						
CODIGO	RESPONSABLE	TIEMPO(h)	CODIGO	RESPONSABLE	TIEMPO(h)	
MP4	M. Diesel	5	MP4+MP3 +MP2+ MP1	M. Diesel	15,5 =8+7,5	La orden de mantenimiento MP4,MP3,MP2 y MP1 se ejecutan en simultaneo con una duracion de 9 horas e involucra a 5 tecnicos, de los cuales 2 son tecnicos de mantenimiento diesel.
	M.Mecanico	1		M.Mecanico	9	
	M.Hidraulico	0		M.Hidraulico	5,5	
	M.Electrico	0		M.Electrico	4	
	Duracion MP4	5		Tiempo maximo MP3+MP1	9	

Fuente; Elaboracion propia.

- 4.4. Se estimó el balance de trabajo y producción con el mantenimiento que se realizara en los camiones KOMATSU HD785—7,2021.

Tras la aplicación del programa de mantenimiento desde marzo de 2021 hasta febrero de 2022, se obtuvieron los resultados adjuntos para el camión HD785-7 125IO326 para una suma total de 1420 horas de actividad programada.

Tabla 14 ocurrencias de fallas aplicando la optimización de mantenimiento preventivo.

N°	Sistema	Subsistema	N° de Fallas	Duración de falla (horas)	HPNP (horas)
1	Motor	Motor principal	2	2,5	5
2	Motor	Admisión y escape	2	1	2
3	Motor	Enfriamiento	1	1	1
4	Motor	Inyección	2	2	4
5	Motor	Lubricación	1	1	1
6	Eléctrico	Iluminación	2	0,5	1
7	Eléctrico	Encendido	2	0,5	1
8	Eléctrico	Control	0	0	0
9	Transmisión	Eje de transmisión	0	0	0
10	Transmisión	Frenos	0	0	0
11	Transmisión	Neumáticos	1	1	1
12	Transmisión	Dirección	1	1	1
13	Hidráulico	Motriz	1	1	1
14	Hidráulico	Distribución	2	0,5	1
15	Hidráulico	Actuadores	1	1	1
16	Estructural	Bastidor	0	0	0
17	Estructural	Parachoques	0	0	0
18	Estructural	Tolva	0	0	0
19	Estructural	Carrocería	0	0	0
TOTAL			18		20

Fuente; Elaboración propia.

Como resultado se resume el número de fallas y el total de horas de duración de falla para cada uno de los sistemas del camión HD785-7 125 IO326. Para el nuevo periodo de evaluación en la cual se aplica el plan de mantto preventivo.

Tabla 15 resultados n° falla y HPNP aplicando el plan de mantenimiento.

N°	Sistema	N° de Fallas	HPNP (horas)
1	Motor	8	13
2	Hidráulico	4	3
4	Eléctrico	4	2
3	Transmisión	2	2
5	Estructural	0	0
	Total	18	20

Fuente; Elaboracion propia.

Numero consolidado de fallas y horas de parada no programada para la unidad tras la ejecución del plan de mantto preventivo.

Tabla 16; n° de fallos y porcentaje acumulativo aplicando el plan de mantenimiento.

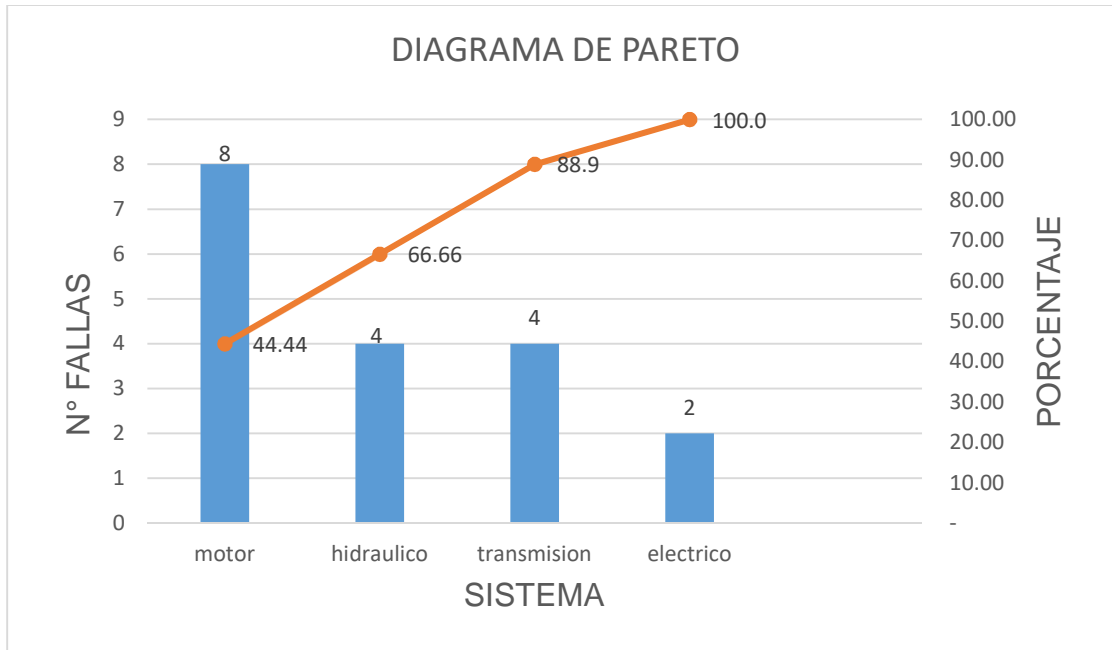
SISTEMAS	N° FALLAS	%	% ACUMULADO
Motor	8	44.44	44.44
Hidraulico	4	22.22	66.66
transmisión	4	22.22	88.9
Eléctrico	2	11.11	100.0
Estructura	0	-	
	18	100.0	

Fuente; Elaboracion propia.

Se elaboró el cuadro de n° fallos obteniendo una mejora en disponibilidad y un mejor porcentaje acumulativo.



Figura 4, resultados de diagrama de Pareto de n° fallas.



Fuente; Elaboracion propia.

Se elaboró el diagrama de Pareto luego de aplicar la nueva optimizacion del plan de mantenimiento que permita incrementar el valor de la disponibilidad.

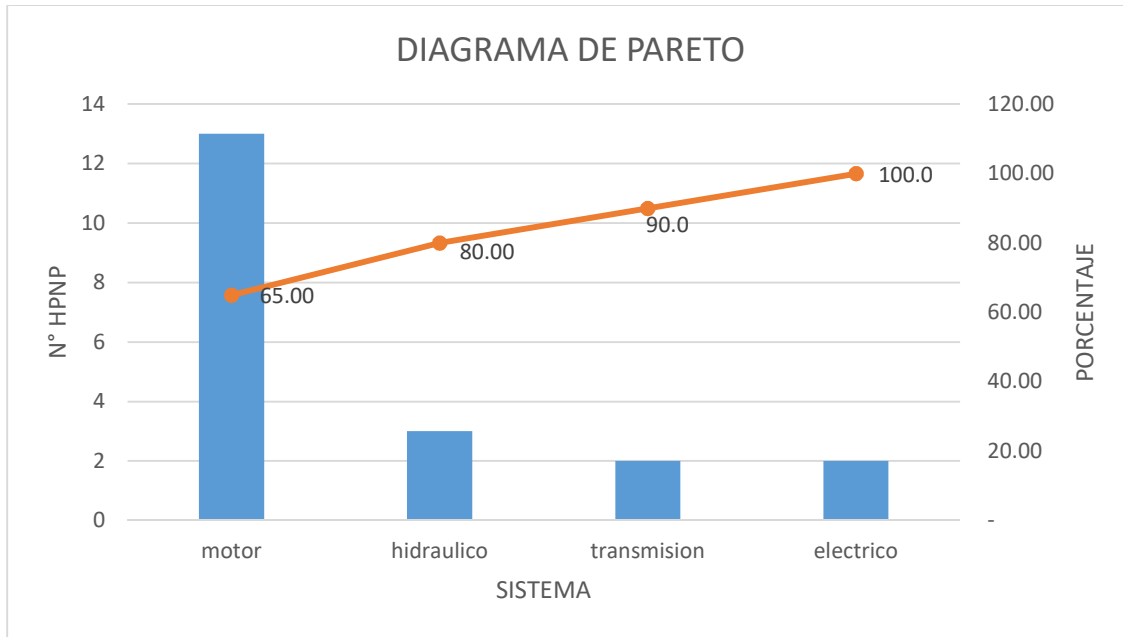
Tabla; 17, resultados n° de HPNP y acumulativas en porcentaje.

SISTEMAS	HPNP	%	% ACUMULADO
motor	13	65%	65%
hidraulico	3	15%	80%
transmisión	2	10%	90%
eléctrico	2	10%	100%
estructura	0	-	0.0
	20	100%	

Fuente; Elaboracion propia.

Realizamos el cuadro de HPNP, obteniendo resultados mejorables ayudando a aumentar el porcentaje en la disponibilidad de los camiones.

Figura; 5, resultados de diagrama Pareto de n° HPNP.



Fuente; elaboracion propia.

Elaboramos el diagrama de Pareto, para notar las diferencias que existe entre el plan de mantenimiento preventivo del 2020 y 2021.

Aplicando las ecuaciones 1,2 y 3 se determina la disponibilidad e indicadores de mantenimiento para el camión HD785-7 125 IO 326,

$$\text{Disponibilidad} = \frac{1\ 420 - 20}{1\ 420} = 98,59\%$$

$$\text{TMEF} = \frac{1\ 420}{18} = 78,89 \text{ horas/falla}$$

$$\text{TMPR} = \frac{20}{18} = 1,11 \text{ horas/falla}$$

Seguidamente se tiene el comparativo entre indicadores de mantenimiento antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo.

Tabla 18 comparativo entre indicadores de mantenimiento para el camión HD785-7 125 IO326 luego de aplicar el plan de mantenimiento preventivo

Indicador	Periodo 2020	Periodo 2021	% de Mejora
Disponibilidad	90,48%	98,59%	8,11%
TMEF (horas/falla)	27,88	78,89	51.01%
TMPR (horas/falla)	2,65	1,11	1.54%

Fuente; Elaboracion propia

4.5. Se determinó la evaluación económica del proyecto;

La evaluación monetaria; se introducen las consecuencias relativas de los gastos relacionados del antes y después del mantenimiento preventivo utilizado, con las características que acompañan a cada caso;

Costos de mantenimiento antes de ser ejecutado el uso del mantenimiento preventivo;

) Costo de mantenimiento correctivo.

Costos de mantenimiento luego de utilizar el plan de mantenimiento preventivo;

) Costo de mantenimiento correctivo.

) Costo de mantenimiento preventivo.

Para el resultado actual, la hora hombre relacionada con el área de mantenimiento se resolvió teniendo en cuenta el resultado;

Jefe de mantenimiento; tiene la cantidad de actividades para realizar, una de las cuales es la aprobación de las actividades. Tiene la suma de 10 funciones a realizar, en consecuencia, un factor de involucramiento en la actividad de mantenimiento igual a  $1/10 = 0,1$ .

Supervisor de mantenimiento; El responsable de mantenimiento tiene una suma de 8 funciones para realizar, de este modo, un factor de involucramiento en la actividad de mantto será igual a  $1/7=0,143$ .

Planner de mantenimiento; El planificador de mantenimiento tiene una suma de 7 funciones a realizar, por lo tanto, un factor de involucramiento en la actividad de mantto igual a  $1/8=0,143$ .

Técnico de mantenimiento; El operador de mantenimiento tiene un factor de involucramiento en la actividad realizada que es igual a 1, debido a que reliza la actividad de mantto.

Se presentará el cuadro excel determinando la hora hombre de mantenimiento (HH-M),

Tabla 19; determinación de la hora hombre de mantenimiento;

Descripcion del Personal	Remuneracion Mensual (S/.)	Factor de involucramiento	Remuneracion efectiva (S/.)	Remuneracion horaria (S/./Hr)
Jefe de Mantenimiento	5 000,00	0,1	500,00	1,39
Supervisor de Mantenimiento	4 000,00	0,125	500,00	1,39
Planner de Mantenimiento	2 000,00	0,143	285,71	0,99
Tecnico de mantenimiento	2 800,00	1	2 800,00	14,58
Hora hombre de mantenimiento HH-M (S/./hora de mantenimiento)				18,35

Fuente; Elaboracion propia,

Nota;

Para el jefe de mantenimiento se consideró 12 horas de trabajo y 30 días de trabajo. Para el supervisor de mantenimiento se consideró 12 h de trabajo y 30 días de trabajo. Para el Planner de mantenimiento se consideró 12 h de trabajo y 6 días a la semana. Para el técnico de mantenimiento se consideró 8 h de trabajo y 6 días a la semana. Seguidamente se presentan los costos de mantenimiento para el periodo enero – diciembre 2020, tomando en cuenta los valores de la tabla 05 ocurrencias de fallas HD785—7 125 IO326 y con la información del área de costos de la empresa la cual fue s/ 15 763,22.

Tabla 20 determinación de los costos de mantenimiento correctivo antes de aplicar el plan de mantenimiento;

N°	Sistema	Subsistema	N° de Fallas	Duracion de falla (horas)	HPNP (horas)	Numero de personal	Costos de Mano de obra (S/.)	Costos de Material (S/.)	Costo por falla (S/.)	Costo Total (S/.)
1	Motor	Motor principal	4	4	16	2	146,83	320,00	466,83	1 867,30
2	Motor	Admision y escape	3	1,5	4,5	1	27,53	190,00	217,53	652,59
3	Motor	Enfriamiento	4	2	8	1	36,71	160,00	196,71	786,83
4	Motor	Inyeccion	7	3	21	2	110,12	320,00	430,12	3 010,83
5	Motor	Lubricacion	5	2	10	1	36,71	120,00	156,71	783,53
6	Electrico	Iluminacion	2	0,5	1	1	9,18	15,00	24,18	48,35
7	Electrico	Encendido	5	3	15	1	55,06	30,00	85,06	425,30
8	Electrico	Control	0	0	0	1	0,00	25,00	25,00	0,00
9	Transmision	Eje de transmision	1	8	8	2	293,65	750,00	1 043,65	1 043,65
10	Transmision	Frenos	2	5	10	2	183,53	360,00	543,53	1 087,06
11	Transmision	Neumaticos	3	1,5	4,5	2	55,06	490,00	545,06	1 635,18
12	Transmision	Direccion	2	3	6	1	55,06	240,00	295,06	590,12
13	Hidráulico	Motriz	3	3	9	1	55,06	290,00	345,06	1 035,18
14	Hidráulico	Distribucion	8	1,5	12	1	27,53	155,00	182,53	1 460,24
15	Hidráulico	Actuadores	1	2,5	2,5	1	45,88	90,00	135,88	135,88
16	Estructural	Bastidor	1	7	7	2	256,94	450,00	706,94	706,94
17	Estructural	Parachoque	0	0	0	1	0,00	310,00	310,00	0,00
18	Estructural	Tolva	0	0	0	1	0,00	410,00	410,00	0,00
19	Estructural	Carroceria	1	3,5	3,5	1	64,24	430,00	494,24	494,24
TOTAL			52		138				6 614,08	15 763,22

Fuente; Elaboracion propia.

Tabla 21 determinación de los costos de mantenimiento correctivo después de aplicar el plan de mantenimiento.

N°	Sistema	Subsistema	N° de Fallas	Duracion de falla (horas)	HPNP (horas)	Numero de personal	Costos de Mano de obra (S/)	Costos de Material (S/)	Costo por falla (S/)	Costo Total (S/)
1	Motor	Motor principal	2	2,5	5	2	91,77	100,00	191,77	383,53
2	Motor	Admision y escape	2	1	2	1	18,35	80,00	98,35	196,71
3	Motor	Enfriamiento	1	1	1	1	18,35	70,00	88,35	88,35
4	Motor	Inyeccion	2	2	4	2	73,41	70,00	143,41	286,83
5	Motor	Lubricacion	1	1	1	1	18,35	50,00	68,35	68,35
6	Electrico	Iluminacion	2	0,5	1	1	9,18	15,00	24,18	48,35
7	Electrico	Encendido	2	0,5	1	1	9,18	60,00	69,18	138,35
8	Electrico	Control	0	0	0	1	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Transmision	Eje de transmision	0	0	0	2	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Transmision	Frenos	0	0	0	2	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Transmision	Neumaticos	1	1	1	2	36,71	150,00	186,71	186,71
12	Transmision	Direccion	1	1	1	1	18,35	120,00	138,35	138,35
13	Hidráulico	Motriz	1	1	1	1	18,35	70,00	88,35	88,35
14	Hidráulico	Distribucion	2	0,5	1	1	9,18	40,00	49,18	98,35
15	Hidráulico	Actuadores	1	1	1	1	18,35	40,00	58,35	58,35
16	Estructural	Bastidor	0	0	0	2	0,00	0,00	0,00	0,00
17	Estructural	Parachoque	0	0	0	1	0,00	0,00	0,00	0,00
18	Estructural	Tolva	0	0	0	1	0,00	0,00	0,00	0,00
19	Estructural	Carroceria	0	0	0	1	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL			18		20					1 780,60

Fuente; Elaboracion propia.

Tabla 22 determinación de los costos de mantenimiento preventivo después de aplicar el plan de mantenimiento.

SISTEMA	SUBSISTEMA	ACTIVIDAD	Frecuencia	Duracion de OM (horas)	Numero de personal	Costos de Mano de obra	Costos de Material (S/,)	Costo por OM (S/,)	Costo Total (S/,)	
MOTOR	Motor principal	Limpia y verificar empaquetaduras de culata	2	4	1	73,4	20	93,4	186,8	
		Revisar encendido y sincronizacion del motor	12	1	1	18,35	20	38,35	460,2	
		Verificacion de tensado y rotura de faja	12	0,5	1	9,175	20	29,175	350,1	
		Revisión anillos de piston y cilindros	4	4	1	73,4	30	103,4	413,6	
		Inspección y cambio de filtro de petroleo	6	0,5	1	9,175	100	109,175	655,05	
	Admision y escape	Revisión y cambio de filtro de aire	4	0,5	1	9,175	80	89,175	356,7	
		Inspeccion de turbo alimentador	6	1	1	18,35	30	48,35	290,1	
		Verificacion de fugas y hermeticidad de radiador	12	1	1	18,35	20	38,35	460,2	
	Enfriamiento	Cambio de liquido refrigerante y agua	4	0,5	1	9,175	90	99,175	396,7	
		tapon, termostato	4	2	1	36,7	20	56,7	226,8	
		Equilibrado de ventilador	12	1	1	18,35	20	38,35	460,2	
		Verificacion de la presion de bomba de transferencia	12	1	1	18,35	20	38,35	460,2	
	Inyeccion	Revisión de presion y secuencia de inyeccion	2	1	1	18,35	20	38,35	76,7	
		Cambio de aceite lubricante	4	0,5	1	9,175	100	109,175	436,7	
		Revisión y cambio de filtro de aceite	4	0,5	1	9,175	100	109,175	436,7	
Lubricacion	Inspeccion de componentes del sistema de lubricacion	6	1	1	18,35	20	38,35	230,1		
	HIDRAULICO	Motor	Limpieza e inspeccion de bomba principal	6	1	1	18,35	20	38,35	230,1
		Limpieza de deposito de aceite	4	2	1	36,7	20	56,7	226,8	
Cambio de filtro de aceite hidraulico		4	0,5	1	9,175	90	99,175	396,7		
Distribucion		Revisión de fugas y estado de mangueras hidraulicas	12	1	1	18,35	20	38,35	460,2	
Actuadores		Ajustes de purga de piston de levante	12	1	1	18,35	20	38,35	460,2	
TRANSMISION	Frenos	Inspeccion de liquidos de frenos y pastillas	12	1	1	18,35	20	38,35	460,2	
		Lubricacion del sistema de frenos	12	0,5	1	9,175	70	79,175	950,1	
	Neumaticos	Inspeccion de estado de neumaticos	12	0,5	1	9,175	20	29,175	350,1	
		Direccion	Revisión de barra, elementos y cremallera de la direccion	6	1	1	18,35	20	38,35	230,1
		Revisión de piñon de direccion	6	0,5	1	9,175	20	29,175	175,05	
ELECTRICO	Electrico	Inspeccion de sistema electrico de iluminacion y arranque, bateria	6	2	1	36,7	20	56,7	340,2	
	Mando	Revisión de sistema de mando	6	1	1	18,35	20	38,35	230,1	
ESTRUCTURAL	Bastidor	Revisión de la estructura	2	0,5	1	9,175	20	29,175	58,35	
	Parachoque	Revisión de estructura	2	0,5	1	9,175	20	29,175	58,35	
TOTAL (S/,)									10523,4	

Fuente: Elaboracion propia

A continuación, se presenta los gastos por mantenimiento correctivo y preventivo que se produjeron durante el periodo de marzo 2021 a febrero 2022, en el que se generaron los gastos de seguimiento;

Costo de mantenimiento correctivo; s/. 1 780,60.

Costo de mantenimiento preventivo; s/. 10 523,40.

Costo total del mantenimiento; s/. 12 304,00.

La diferencia de lo costeados el mantenimiento del antes y después que se aplicó el plan de mantenimiento da como resultado lo siguiente;

Reducción de gasto de mantenimiento = 15 763,22 – 12 304,00

= S/.3 459,22.

Reducimos el porcentaje de gastos de mantto; =  $\frac{34,2}{17,2} * 100\%$

Llegando a una reducción de; = 21,94 %.



## V. Discusión.

El trabajo de investigación actual, fue posible mejorar la disponibilidad a través de un plan de apoyo preventivo para la flota de camiones KOMATSU HD785—7, 2021 de la empresa minera Misky mayo. Para empezar, el plan de mantenimiento preventivo fue inspeccionado a través de una revisión, trayendo a relucir que en esta época se utiliza un número excesivo de sistemas de información para ejecutar un conjunto de actividades de mantenimiento en los camiones. Como se indica en la propuesta adjunta de Roncal, Jhoseph (2017) “mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en las unidades de transporte de la empresa Transvial Lima s.a.c 2017” con respecto a la mejora de la disponibilidad; la investigación de mantenimiento preventivo en Roncal, agrego a la mejora de la accesibilidad de 0.3353 a 0.9647. adquiriendo una mejora de 0,6294 así como un 62,94%.

El presente proyecto realizado queda demostrado que la optimizacion para un plan de mantenimiento en camiones komatsu, ha mejorado la disponibilidad de 90,5% a 98,59% obteniendo una mejora de 8,09%.

Tal como describe la tesis de (Ticlavilca, 2016) “diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica del equipo Alfa20 de la empresa Robocon s.a.c” donde se demostró un resumen de las fallas iniciales y finales, la principal demostró un alto nivel de fallas, mientras que la segunda tuvo un bajo nivel de fallas, “mostrando similitudes con la mejora de la prospectiva desde que se aplicaron los instrumentos en dos ocasiones, antes y después del estímulo, exhibiendo enormes mejoras para la compañía”.

Del mismo modo, se aplicaron los diseños de tiempo medio entre fallos (MTBF) y tiempo medio de reparación (MTTR), “quien en su proposición demostró que estos arreglos ayudaban a conseguir contrastar las ventajas iniciales y finales de la disponibilidad y a tener la opción de exhibir la mejora de esta variable con enfoque planteado”.

## VI. Conclusiones.

### Conclusión general,

Se pudo comprobar que la disponibilidad en los camiones KOMATSU HD7857,2021 de la empresa minera Misky mayo ubicada en bayovar – piura, obteniendo una consecuencia de 98,59% (7,09% mejora) de disponibilidad.

### Conclusión específico 1

El manejo de los datos fue vital porque nos permitió diferenciar los resultados en la ejecución del plan de mantenimiento.

### Conclusión específico 2

Los indicadores nos proporcionaron un esquema de la realidad del sistema de mantenimiento antes de aplicar el plan de optimización, utilizándolo como fuente perspectiva o punto de inicio.

### Conclusión específico 3

Se obtuvo la calidad mejorable de los camiones KOMATSU, de la empresa Misky mayo situado en bayovar – piura, nos muestra que la probabilidad de arreglar una reparación es de 1,11 h (1.28% de mejora) desde que se aplicó el programa de mantenimiento.

Debemos hacer referencia a que la ayuda calculada de los sistemas de mantenimiento, es un mecanismo que puede mejorar los procesos actuales en una empresa, su desarrollo permite ver las cualidades y carencias en las distintas perspectivas. Buscando el desarrollo y la reducción del tiempo en todo el proceso.

Por último, la viabilidad técnica, social, económica, ambiental, se da por los indicadores (parámetros). También se utiliza el programa excel.

## VII. Recomendaciones.

Proponemos la organización de minera Misky Mayo, para hacer el programa de apoyo preventivo, ya que fortalece la disponibilidad de los camiones.

### Recomendación específica 1

Para mantener la fiabilidad de las unidades, recomendamos que la zona de mantenimiento siga capacitando a los técnicos y adquiera aparatos modernos para su trabajo.

### Recomendación específica 2

Se recomienda a la zona de mantenimiento tener un historial actualizado de las dificultades y correcciones para un correcto desarrollo de cada camión.

## REFERENCIAS.

(Alban N,2017). “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa construcciones Reyes S.R.L. para incrementar la productividad”. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú. Disponible el 20 de junio del 2021:

<https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/798>

(Mujica Cortijo y EV Sarmiento Rojas ,2020) “Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo para Mejorar la Disponibilidad de las grúas en AGROMAR S.A.C. – 2020” tesis para obtener el título profesional de ingeniera industrial. en la Universidad Cesar Vallejo, Chimbote-Perú.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65162>

(Campos Esquen y Ruíz,2021) “mejora del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los camiones mineros de una empresa minera ubicada en la región Áncash” Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial. universidad privada del norte, Cajamarca-peru.2021

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28753>

(Roncal Medina,2017) “mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en las unidades de transporte de la empresa Transvial lima s. a. c. 2017” tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial. en la Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12078>

(De la Cruz,2020). “Plan de mejora del mantenimiento preventivo para aumento de confiabilidad y disponibilidad de flota – determinación del optimo del mantenimiento”. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú. Disponible el 19 de junio del 2021

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57414/De%20a%20Cruz\\_HRJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57414/De%20a%20Cruz_HRJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

(Rojas, R,2019). “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos en la planta de chancado de una unidad minera en La Libertad, 2019”. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial de la Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Disponible el 22 de junio del 2021.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23695/Rojas%20Gonzales%20Jaime%20Roman.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

(Nicho J,2017). “Diseño de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para motores Cummins QSK78 en la Minera Antamina”. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Nacional del Callao, Perú. Disponible el 24 de junio del 2021

<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/4261>

(Muñoz Mogollón,2021) “Propuesta de una Plan de Mantenimiento Preventivo para acrecentar la disponibilidad del Volquete Sinotruk Homo A7 de la Constructora Meneses S.R.L. – 2021” tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial. en la Universidad Cesar Vallejo, Piura – Perú.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/87217>

(Contreras Palomino y Loayza Barrial,2020). “Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de la flota vehicular bajo la técnica de TPM en la Empresa Grupo logístico Barrial S.A.C” tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial. en la Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú,2020

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55753>

(Jurado Delgado,2018) “implementación de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad mecánica de los camiones 785 en una empresa contratista minera” modalidad de suficiencia profesional para optar al título profesional de ingeniero industrial. universidad privada del norte, Lima - peru,2018.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/15272>

(LLontop Bellodas,2020) “propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de motores diésel en los camiones 730e, bayovar-piura, 2018”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad nacional de piura.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23826>

(JC Ticlavilca Rauz,2016) “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica del equipo ALPHA20 de la empresa Robocon SAC” tesis para obtener el título profesional de ingeniero mecánico.

universidad nacional del centro del Perú – Huancayo.

<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3657/Ticlavilca%20Rauz.pdf?sequence=1>

(Cervantes G,2011). “Realizar el plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria del departamento de marcos y molduras en la empresa antiguo arte europeo s. a. de C. V”. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Tecnológica de Tula en México. Disponible el 24 de junio del 2021:

<https://www.uttt.edu.mx/catalogouniversitario/imagenes/galeria/71a.pdf>

(Cervera J,2015). “Influencia de un programa de mantenimiento en los indicadores energéticos de la flota de maquinaria pesada en la empresa minera Sulliden Shahuindo SAC”. Tesis para optar el título de Ingeniero en

Energía en la Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú. Disponible el 21 de junio del 2021:

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3241/48919.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

(Díaz A,2015). “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la fiabilidad operacional y reducción de costos de mantenimiento de los equipos en la Empresa San Francisco de Asís Logística y Negocios S.A.C”. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú. Disponible el 18 de junio del 2021

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/6215>

(Fonseca J,2016). “Propuesta de plan de mantenimiento de la flota de camiones volquetes y recolectoras de basura Freightliner de la Alcaldía de Managua en el periodo comprendido 2015-2016.”. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Nacional de Ingeniería de Managua. Nicaragua. Disponible el 20 de junio del 2021:

<https://core.ac.uk/download/pdf/250146033.pdf>

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (2014). Selección de la muestra. En Metodología de la Investigación (6ª ed., pp. 170-191). México: McGraw-Hill

(Hora, H,2018). “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de las unidades de transporte tractocamión internacional I9200 en la empresa de transportes Nicmar S.A.C.”. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo. Perú. Disponible el 21 de junio del 2021:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25336/hora\\_ch.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25336/hora_ch.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Komatsu. (2021). “Catálogo de Camión HD785-7”. Portal de Empresa Komatsu, Perú. Disponible el 20 de junio del 2021:

<https://www.komatsulatioamerica.com/chile/productos/hd785-7/>

(Llontop R,2018). “Gestión de mantenimiento y disponibilidad mecánica para el equipo LH307 – cargador frontal de bajo perfil, aplicado en minería subterránea”. Tesis para optar el grado de maestro en gerencia de mantenimiento en la Universidad Nacional del Callao, Perú. Disponible el 20 de junio del 2021:

<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/2767>

(Purihuaman B,2016). “Propuesta de implementación de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de la maquinaria pesada (volquetes) de la empresa Bazher S.R.L., Chiclayo, 2015”. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú. Disponible el 20 de junio del 2021

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33504>

Renovetec (2017). “¿Qué es un plan de mantenimiento? Pagina virtual de RENOVETEC. España. Disponible el 22 de junio del 2021:

<http://www.renovetec.com/irim/sobre-mantenimiento/planes-de-mantenimiento/que-es-un-plan-de-mantenimiento>

Renovetec (2015). El presupuesto anual de mantenimiento. Pagina virtual de RENOVETEC. España. Disponible el 22 de junio del 2021:

<http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/26-articulos-destacados/10-el-presupuesto-de-mantenimiento>

<https://www.komatsulatioamerica.com/panama/wp-content/uploads/sites/32/2016/09/HD785-7-ESP.pdf>



(Llanos García,2019) “mantenimiento preventivo de equipos de carguío – palas hidráulicas – en minería: una revisión sistemática” Trabajo de investigación para optar al grado de Bachiller en Ingeniería Industrial. universidad privada del norte, Cajamarca - peru,2018.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/15025>

(Flores Velasquez,2022) “implementación de un plan de mantenimiento preventivo, correctivo para mejorar la disponibilidad de mttr y mtbf de maquinarias pesadas en la empresa publisur torres s.r.l. cusco – 2022” Para optar el título profesional de ingeniero mecánico en la universidad autónoma san francisco, arequipa-peru,2022.

<http://repositorio.uasf.edu.pe/handle/UASF/724>

(Gómez Sulca y Medina De la Cruz,2021) “implementación de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en la flota de buses Golden dragon de la empresa tracusa, ate, 2021” Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Cesar Vallejo, Lima - Perú.2021

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/83552>

(Muñoz Arriola,2020) “propuesta de aplicación de indicadores de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos de una empresa constructora” tesis para optar el título profesional de: ingeniero industrial. Trujillo – Perú.2020

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/26199>

(Espejo Zavaleta,2018) “Diseño de un Sistema de Mantenimiento Preventivo para Aumentar la Disponibilidad de los Tornos de la Empresa Full Maquinarias S.A.” tesis para obtener el título profesional de ingeniero mecánico electricista. Trujillo – Perú.2018

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64446>

(Orosco Martinez,2020) “diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad mecánica de los sistemas de emergencia que operan en el túnel gambetta a cargo de la empresa alvac s.a.” para optar el título profesional de ingeniero mecánico Lima – Peru.2020

<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3505>

(Pereyra villalobos,2020) “plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de tractor landini rex dt80ge de la empresa agrícola san juan” para optar el título profesional de ingeniero mecánico electricista. universidad nacional “pedro ruiz gallo” lambayeque – Perú 2019.

<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8245>

(Moncada Suarez,2021) “implementación de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de vehículos en una distribuidora de gas – Pacasmayo, 2019.” tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial. Universidad privada del norte, Trujillo - Perú 2019.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29752>

(Zurita Rojas,2017) “mejora del plan de mantenimiento preventivo de los equipos pesados de la empresa maquinarias u-guil para optimizar la gestión de flota” programa especial de titulación para optar el título profesional de ingeniero automotriz. universidad tecnológica del Perú. Lima – Perú 2017

<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/1320>

(Herrera Vásquez,2020) “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en la flota de transportes de constructora ferretera San Antonio S.R.L.” para optar el título profesional de ingeniero mecánico electricista. universidad nacional “pedro Ruiz gallo” Lambayeque – Perú 2020

<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8306>

(Erazo Águila,2019) “Plan de mantenimiento preventivo total para mejorar la disponibilidad de las unidades móviles del Programa Juntos, Piura 2019” tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial. Universidad cesar vallejo. PIURA – PERÚ.2019

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51262>

(Rosenthal Delgado,2020) “Propuesta de un modelo de plan de mantenimiento que permite mejorar la disponibilidad física en los camiones eléctricos Komatsu 730E, basado en metodología TPM-RCM”. Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad Peruana de ciencias Aplicadas. Lima, 19 de julio de 2021.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25714>

(Reyes Povich,2020) “Diseño de un Plan de Mantenimiento Productivo Total en una Empresa de Transporte de Mineral para Aumentar la Disponibilidad de Flota” tesis Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad Tecnológica del Perú. Lima, febrero del 2020

<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3126>

(Girón López,2019) “Gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los minicargadores Wacker Neuson en la empresa JJC Maquinarias S.A.C – Lima, 2019” tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial. Universidad Cesar Vallejo. LIMA – PERÚ 2019

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53664>

(Alayo Albitres,2019) “plan de gestión de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de la máquina excavadora cat 345-dl de la empresa servi-sap srl” para obtener el título profesional de ingeniero mecánico. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú 2019.

<https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/14919>

(Casas Roque – 2017) “PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LA EMPRESA TERMINALES PORTUARIOS PERUANOS S.A.C. EN EL AÑO 2017” Tesis para optar el título profesional de: Ingeniero Industrial. Lima – Perú 2017

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12420>

**referencia extranjera;**

(Rubio Pacheco) “PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA FLOTA DE MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS ADMINISTRATIVOS DEL MUNICIPIO DE MOTAVITA” universidad santo Tomás seccional Tunja. trabajo de grado para optar al título de ingeniero mecánico. Tunja – Colombia.2019.

<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/19188>

Said, Uthman. *A Methodology for Maintenance Evaluation and Improvement of Repairable Systems in a Mine.*

Degree: Mechanical and Industrial Engineering (T&D), 2021, [Ryerson University](#).

URL: <http://hdl.handle.net/10.32920/ryerson.14662383.v1>

Miller, Tyler Matthew. *Fleet Optimization and Failure Probability of Winter Maintenance Routes.*

Degree: MSin Engineering, Engineering, 2017, [University of Akron](#)

URL: [http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc\\_num=akron1481276516789334](http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=akron1481276516789334)

Silva, Paulo Daniel Moreira da. *Implementação de sistema de gestão da manutenção para equipamentos industriais em unidade de produção de componentes automóveis.* Degree: 2020, [Universidade do Minho](#)

URL: <http://hdl.handle.net/1822/69839>

Kim, Taejin. *Improved Predictive Unmanned Aerial Vehicle Maintenance Using Business Analytics and Cloud Services.*

Degree: 2021, [City University of Seattle](#)

URL: <http://hdl.handle.net/20.500.11803/1568>

Nyirenda, Robert. *A technical and economic appraisal for optimal exploitation of the H sub-incline complex at Nchanga underground mine .*

Degree: 2017, [University of Zambia](#)

URL: <http://dspace.unza.zm:8080/xmlui/handle/123456789/4683>

Onyenanu, Tochukwu Emmanuel. *An improved maintenance management strategy for gas field equipment in Escravos gas-to-liquid plant, Nigeria / T.E. Onyenanu .*

Degree: 2010, [North-West University](#)

URL: <http://hdl.handle.net/10394/4894>

Boekweit, Stan (author). *Fleet Level Multi-Unit Maintenance Optimization Subject To Degradation: Maintenance Scheduling For Aircraft Brakes Using Remaining-Useful-Life Prognostics*.

Degree: 2021, [Delft University of Technology](#)

URL: <http://resolver.tudelft.nl/uuid:6073d329-49e5-4669-98ab-ddfbd1ed0cef>

Bhebhe, Meluleki. *Influence of different maintenance strategies on the availability of rolling stock*.

Degree: MEng, Industrial Engineering, 2020, [Stellenbosch University](#)

URL: <http://hdl.handle.net/10019.1/109188>

Don Ranasinghe, Gishan. *Prognostics under the conditions of limited failure data availability*. Degree: PhD, 2021, [University of Cambridge](#)

URL: <https://doi.org/10.17863/CAM.74893>

Isubaie, Barrak Hamdan. *Optimisation oriented lean six sigma development for maintenance management in service sector*.

Degree: PhD, 2016, [Brunel University](#)

<http://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.687668>

Muhammad Faris, Muhammad (author). *Distributed Optimization for Railway Track Maintenance Operations Planning*.

Degree: 2018, [Delft University of Technology](#)

URL: <http://resolver.tudelft.nl/uuid:bebdebc3-6c6f-4955-8834-8f7493c339e3>

Zahedi-Hosseini, F. *Modelling and simulation for the joint optimisation of inspection maintenance and spare parts inventory in multi-line production settings*. Degree: PhD, 2017, [University of Salford](#)

URL: <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/44353/>

Wang, Keren, Ph. D. *Integrated decision-making framework for preventive maintenance scheduling and spare part logistic planning*.

Degree: PhD, Operations Research and Industrial Engineering, 2018, [University of Texas – Austin](#)

URL: <http://hdl.handle.net/2152/63737>

ecera, Tomáš. *Návrh zefektivní vybrané technologie údržby: The Study of More Effectiveness Selected Technology of Maintenance.*

Degree: 2019, [Brno University of Technology](#)

URL: <http://hdl.handle.net/11012/1968>

Liu, Dedao. *Development of structural optimization methods in designs for additive manufacturing.*

Degree: Engineering, 2021, [Monash University](#)

URL: <https://doi.org/10.26180/14338928.v1>

Novák, Pavel. *Optimalizace procesu řízení nápravných a preventivních opatření: Optimization of the process of corrective and preventive actions management.*

Degree: 2019, [Brno University of Technology](#)

URL: <http://hdl.handle.net/11012/690>

## ANEXOS.

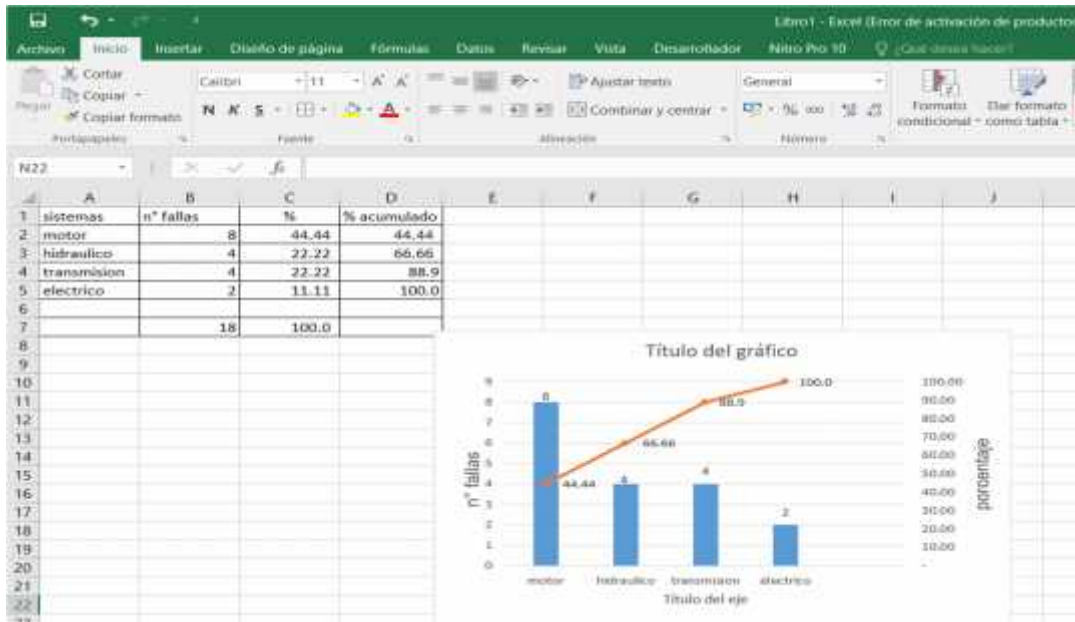
Tabla 1 matriz de operacionalización.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de Medición
Independiente Mantenimiento preventivo				
Dependiente disponibilidad				

Nota. Fuente: Elaboración propio.



Análisis en excel.



Análisis de la estructura

# CAMIÓN VOLQUETE

## HD785-7

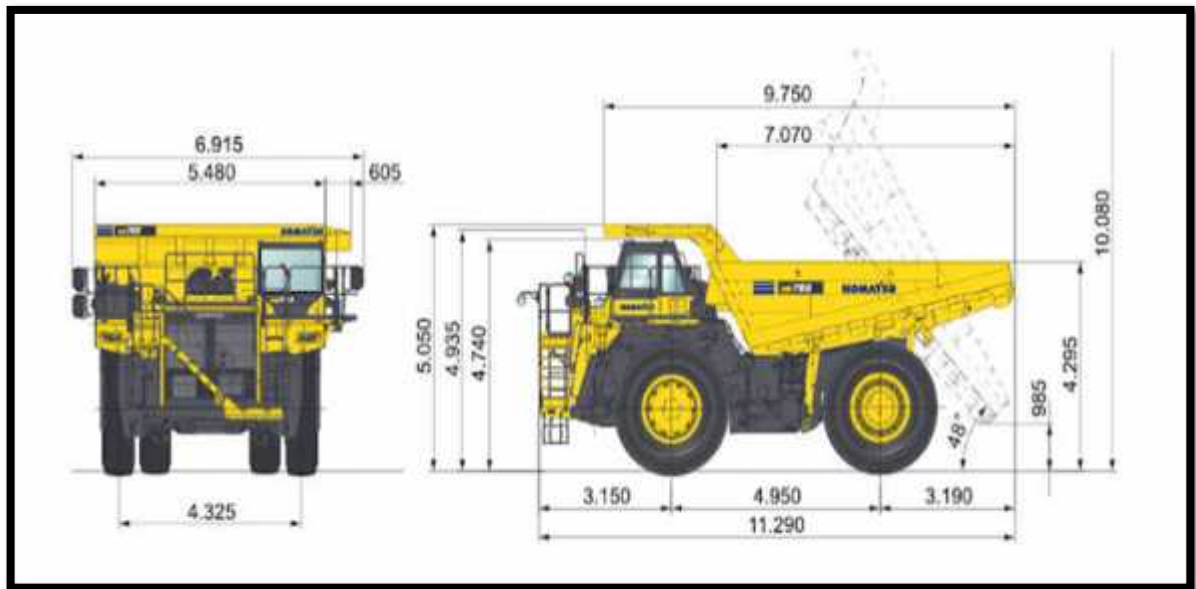
Modelo de máquina      Número de serie  
 HD785-7                      D7001 en adelante

### 10 Estructura, función, y estándar de mantenimiento

#### Sistema de freno

Tabela de freno .....	2
Válvula del freno .....	4
Válvula de freno secundario .....	7
Válvula de carga del acumulador .....	8
Acumulador .....	12
Compensador de holgura .....	13
Freno, freno de estacionamiento .....	17
Solenoides del freno de estacionamiento .....	23
Válvula automática .....	24
Freno del escape .....	26

## Dimensiones del camión KOMATSU HD785-7



## EQUIPAMIENTO ESTÁNDAR

### MOTOR

- Motor Komatsu SAA12V140E-3, cumple con las normas EPA Tier II
- Sistema AISS (Automatic Idling Setting System)
- Sistema de selección del modo potencia del motor con VHPC
- Alternador 90 A/24 V
- Baterías 2x12 V/170 Ah
- Motor de arranque 2 x 7,5 kW

### CABINA

- Cabina con estructura ROPS/FOPS, del tipo de supresión de sonido
- Dos puertas, izquierda y derecha
- Climatizador
- Sistema de monitor EMMS con función autodiagnóstica y aviso de mantenimiento
- Sistema de control elevador electrónico
- Asiento del operario reclinable con suspensión de aire y cinturón de seguridad retráctil de 78 mm

- Asiento de pasajero con cinturón de seguridad
- Elevavinas eléctrico (izquierda)
- Volante reclinable y telescópico
- Visor solar
- Visor solar adicional
- Cristal tintado
- Preinstalación de radio
- Encendedor, cenicero, sujetavazos, espacio para el recipiente del almuerzo
- Lavaparabrisas y limpiaparabrisas (con función intermitente)

### SISTEMA DE ILUMINACIÓN

- Luz de marcha atrás
- Luces de emergencia
- Faros con interruptor de penumbra
- Indicador de las luces traseras y de parada

### PROTECCIONES Y CUBIERTAS

- Protección en zonas calientes
- Protecciones inifugas
- Protección inferior del motor

- Protección inferior TM
- Protectores de los árboles de transmisión, delantero y trasero
- Capós laterales del motor
- Bloqueo del tapón de llenado y bloqueo de cubierta

### EQUIPO DE SEGURIDAD

- Retardador de las 4 ruedas de discos múltiples refrigerados en aceite anticabeceo (AP-FOUR)
- Alarma de marcha atrás
- Claxon, eléctrico
- Alarma y luz de la temperatura del refrigerante
- Asideros para la plataforma
- Escaleras, en los lados izquierdo y derecho
- Dirección suplementaria automática
- Sistema de advertencia de peligro de vuelco
- Sistema ARSC (Auto Retard Speed Control)
- Espejos retrovisores
- Espejos de visión inferior

- Sistema de cámara para visibilidad trasera

### OTROS

- Engrasado centralizado
- Disyuntor eléctrico, 24 V
- Conexiones de servicio PM
- Disposición por pobreza del combustible
- Sistema VHMS (Vehicle Health Monitoring System)

### NORMATIVA

- Cumple con los requisitos EC

### CAJA

- Calentamiento de la caja a través de los gases de escape
- Protección de cabina (a la izquierda)
- Visera, 300 mm
- Protección de plataforma (a la derecha)

### NEUMÁTICOS

- 27.00-R49

# DATOS TÉCNICOS



## MOTOR

Modelo.....Kumatsu SAA12V140E-3  
 Tipo.....Inyección directa de 'common rail', refrigerado por agua, turbocompresor y postenfriado por aire  
 Rendimiento nominal.....879 kW/1.178 HP (ISO 9249 Net)  
 En número de revoluciones del motor.....1.900 rpm  
 N° de cilindros.....12  
 Diámetro x carrera.....140 x 165 mm  
 Cilindrada.....30,68 l  
 Par máximo.....518 kgf m  
 Regulador.....Control electrónico  
 Sistema de lubricación:  
 Lubricación.....Lubricación forzada por bomba de engranajes  
 Filtro.....Filtro de flujo principal  
 Filtro de aire.....De tipo seco con elementos dobles y prefiltro ciclónico más indicador de polvo



## TRANSMISIÓN

Convertidor de par.....3 elementos, 1 etapa, 2 fases  
 Transmisión.....Completamente automática, de tipo planetario  
 Gama de velocidades.....7 velocidades hacia delante y 2 marchas atrás (RH/RL)  
 Colocación del embrague.....Embrague de discos múltiples enfriado por aceite  
 Marcha adelante...Convertidor de par en 1ra marcha, accionamiento directo en 1ra y velocidades superiores  
 Marcha atrás.....Accionamiento por convertidor de par y accionamiento directo  
 Control de cambios.....Control de desplazamiento electrónico con modulación automática del embrague en todas las velocidades  
 Velocidad máxima de desplazamiento.....65 km/h



## EJES

Mando final.....Engranaje planetario  
 Eje trasero.....Completamente flotante  
 Ratios:  
 Diferencial.....3,357  
 Planetario.....6,333



## SISTEMA DE SUSPENSIÓN

Cilindro de suspensión hidroneumática independiente, con válvula reguladora de la humedad fija con la vibración.  
 Carrera efectiva del cilindro:  
 Suspensión delantera.....320 mm  
 Suspensión trasera.....127 mm  
 Oscilación del eje trasero.....6,5°



## SISTEMA DE DIRECCIÓN

Tipo.....Dirección completamente hidráulica con dos cilindros de doble acción  
 Dirección suplementaria.....Controlada automáticamente y manualmente (cumple las normas ISO 5010, SAE J1511 y SAE J53)  
 Radio de giro mínimo, centro de neumáticos delanteros.....10,1 m  
 Máximo ángulo de dirección (borde exterior de neumáticos).....41°



## FRENOS

Frenos cumplen las normas ISO 3450 y SAE J1473.  
 Frenos de servicio:  
 Delantero.....Control completamente hidráulico, tipo multidisco enfriados por aceite  
 Trasero.....Control completamente hidráulico, tipo multidisco enfriados por aceite  
 Freno de estacionamiento.....Aplicado por resorte, tipo multidisco, en todas las ruedas  
 Retardador.....Los frenos de tipo multidisco enfriados por aceite actúan como retardador  
 Capacidad del retardador (pendiente continua) 1.092 kW / 1.464 HP  
 Freno secundario.....Accionados por pedal  
 Actua automáticamente cuando la presión hidráulica baja por debajo del nivel indicado  
 Superficie de frenado:  
 Delante.....37.467 cm<sup>2</sup>  
 Trasera.....72.414 cm<sup>2</sup>



## SISTEMA HIDRÁULICO

Cilindro elevador.....Gemelo, tipo telescópico de 2 etapas  
 Presión de alivio.....210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Tiempo de elevación (al ralentí alto).....13 s  
 Tiempo de bajada (flotar).....14 s



## CABINA

Las dimensiones cumplen las normas ISO 3471 y SAE J1040-1986c, relativas a las estructuras ROPS (Roll-Over Protective Structure) y ISO 3449 y SAE J231 FOPS (Falling Object Protective Structure).



## ESTRUCTURA PRINCIPAL

Tipo.....Construcción con sección en caja  
 Amortiguadores delanteros integrales



## NEUMÁTICOS

Neumáticos de serie.....27.00 R49

Figura 6. Flota de camiones KOMATSU HD785-7.



Fuente: empresa MISKY MAYO (taller mecánico)

Figura 7. Montaje de camión KOMATSU



Fuente: empresa MISKY MAYO (taller mecánico)